PUBLISHED BY
UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES .

VOL.22
2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Special Issue: Application of the neutrosophic research method in the post-pandemic environment}

NEUTROSOPHIC COMPUTING AND MACHINE LEARNING

ISSN 2574-1101 (ONLINE)
ISSN 2574-1098 (PRINT)

Neutrosophic Computing and Machine Learning

Neutrosophic Computing Machine and Learning

Copyright Notice

The authors of the articles do hereby grant Neutrosophics Computing and Machine Learning non-exclusive, worldwide, royalty-free license to publish and distribute the articles in accordance with the Budapest Open Initiative: this means that electronic copying, distribution and printing of both full-size version of the journal and the individual can be made by any user without permission or charge. The authors of the articles published in Neutrosophic Computing and Machine Learning retain their rights to use this journal as a whole or any part of it in any other publications and in any way they see fit. Any part of Neutrosophic Computing and Machine Learning howsoever used in other publications must include an appropriate citation of this journal

Información para Autores y Suscriptores

"Neutrosophic Computing and Machine Learning" (NCML) es una revista académica que ha sido creada para publicaciones de estudios avanzados en neutrosofía, conjunto neutrosófico, lógica neutrosófica, probabilidad neutrosófica, estadística neutrosófica, enfoques neutrosóficos para el aprendizaje automático, etc. y sus aplicaciones en cualquier campo.

Todos los trabajos presentados deben ser profesionales, con un buen uso del idioma inglés o español, que contengan una breve reseña de un problema y los resultados obtenidos.

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. La teoría considera que cualquier noción o idea <A> junto a su opuesto o negación <antiA> y el espectro de neutralidades <neutA> entre ellos(es decir nociones o idea que no soportan a ni a <A> ni a <antiA>). Las ideas <neuA> y <antiA> juntas son nombradas <noA>.

La neutrosofía es una generalización de la dialéctica de Hegel (Esta última es basada en <A> y <AntiA> solamente).

De acuerdo a esta teoría toda idea <A> tiende a ser neutralizada y balanceada por <antiA> y <noA>-como un estado de equilibrio.

En su forma clásica <A>, <neutA>, <antiA> son disjuntos dos por dos. Pero como en varios casos los límites entre conceptos son vagas a imprecisas, es posible que <A>, <neutA>, <antiA> (y <nonA> por supuesto) tengan partes comunes dos por dos también, o incluso los tres a la vez.

Los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica son generalizaciones de los conjuntos difusos de la lógica difusa respectivamente (y especialmente de los conjuntos intuicionista y respectivamente de la lógica difusa intuicionista). En la lógica neutrosófica cada proposición tiene un grado de veracidad (T), un grado de indeterminación (I) y un grado de falsedad (F) donde T, I, F son subconjuntos estándar o no estándar de] -0, 1+ [,

La Probabilidad Neutrosófica es una generalización de las probabilidades clásicas e imprecisas.

La estadística neutrosófica es una generalización de las estadísticas clásicas e imprecisas.

Lo que distingue a la neutrosofía de otros campos es el <neutA>, que no significa ni <A> ni <antiA>.

<neutA> , el cual por supuesto depende de <A>, puede ser indeterminación, neutralidad, empate en un juego, desconocimiento, contradicción, ignorancia, imprecisión, etc.

Todos los envíos deben realizarse con el siguiente formato:

http://fs.unm.edu/NCML/NCML-paper-template.doc

http://fs.unm.edu/ScinceLibrary.htm

Para poner a consideración un trabajo, envíe el archivo por correo electrónico a los editores en jefe. Para solicitar problemas impresos, póngase en contacto con los editores. Esta revista es de acceso abierto, no comercial, edición académica. Es impreso para donaciones privadas.

Más información sobre la neutrosofía, así como un conjunto de libros y materiales en distintos idiomas se encuentran libremente disponibles en el sitio de la UNM: http://fs.unm.edu/neutrosophy.htm

La página principal de esta revista puede ser accedida en: http://fs.unm.edu/NCML/

Neutrosophic Computing and Machine Learning

A Quarterly International Journal in Information Science and Engineering

Editors-in-Chief

Prof. Florentin Smarandache, PhD, Postdoc, Mathematics Department, University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA. Email: smarand@unm.edu
Prof. Maikel Leyva-Vázquez PhD. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador E-mail: mleyvaz@gmail.com

Associated Editors:

José Felipe Ramírez Pérez, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.
Milton Maridueña Arroyave, Instituto Tecnológico Superior Vicente Rocafuerte, Guayaquil, Ecuador.
Karina Pérez-Teruel, Universidad Abierta para Adultos, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.
Neilys González Benítez, Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, Cuba.
Jesús Estupiñán Ricardo, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, República de Ecuador.
Noel Batista Hernández, Universidad de Guayaquil, República de Ecuador.
Julio Barzola-Monteses, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Editors

Rodolfo González Ortega, Universidad de Feevale Brasil.
Oiner Gómez Baryolo, Facultad de Sistemas Computacionales y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica ECOTEC, Samborondón, Guayas, Ecuador.
Jesús Hechavarría Hernández, Universidad de Católica Santiago de Guayaquil Ecuador.
Salah Hasan Saleh, Universidad de las Ciencias Informáticas, Habana Cuba.
Milton Villegas Alava, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
Johanna Irene Escobar Jara, Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Guayaquil, Ecuador.
Ameirys Betancourt Vazquez, Polytechnic Institute of Technology and Science, Luanda, Angola.
Diego Silva Jiménez, Instituto de Investigación e Innovación en Salud, Universidad Central Santiago de Chile, República de Chile.
Lenin Villalobos Egaña, Centro de Educación Continua, Universidad Antofagasta, República de Chile.

NCML

University of New Mexico

PREFACE

A medida que los países de América Latina y el Caribe avanzan hacia una senda postpandemia, la atención de los investigadores se centra de nuevo en los desafíos que ya estaban presentes antes de la crisis y que se intensificaron debido a la COVID-19. Así, la pandemia representa un nuevo reto de gran envergadura para la investigación en América Latina y el Caribe.

El Método de Investigación Neutrosófico es una generalización de la dialéctica de Hegel, y sugiere que la investigación científica y humanística progresará a través del estudio no sólo de las ideas opuestas, sino también de las ideas neutras relacionadas con ellas, con el fin de tener una visión más amplia de todo el problema.

En el entorno pospandémico la investigación se enfrente a problemas que incluyen el análisis de múltiples y conflictivos criterios. Se necesita nuevos modelos para tratar la información incierta en este entorno. La presencia de datos desconocidos e indeterminados mediante el empleo de un grado de "aceptación", "indeterminación" y "no aceptación" manejado desde la perspectiva de la neutrosofía es uno de los aportes presentes en el número especial.

Durante la pandemia, las universidades se han vuelto cada vez más dependientes de la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos educativos. La dinámica y la transformación de la educación superior, caracterizada por procesos y estados complejos, generan un inmenso volumen de datos, y su adquisición y almacenamiento requiere el uso de la innovación en el campo de la informática. En este contexto, las universidades se han vuelto cada vez más dependientes de la recopilación, el almacenamiento y el tratamiento de los datos educativos. Los responsables de la toma de decisiones deben aplicar nuevas estrategias y utilizar nuevas herramientas para convertir estos datos en información útil que contribuya a la resolución de problemas de gestión.

La planificación de escenarios puede ayudar a las instituciones de educación superior a cambiar los modelos mentales utilizados en la planificación para lograr un enfoque en el futuro a largo plazo, en lugar de en el futuro inmediato. Si bien la supervivencia institucional tras la pandemia de COVID-19 depende de la capacidad de detectar y adaptarse a los cambios críticos del entorno, todas las instituciones se enfrentan a una amplia gama de posibles escenarios futuros que requieren nuevos métodos y herramientas.

Contents

Maikel Leyva Vázquez. **Preface** i

1 Florentin Smarandache. Introducción a los conjuntos IndetermSoft e IndetermHyperSoft 1

2 Jorge L Cárdenas Ponce, Jorge H Cárdenas Medina, Viviana Robles Ortiz, Jimena Mantilla García, Lisbeth Reales Chacón. **H. Pylori y su Influencia negativa sobre el control glucémico del diabético tipo 2** 23

3 Alejandro Sebastián Mayorga Garcés, Kathya Verónica Suaste Pazmiño, Carlos Omar Blacio Villa. **Método multicriterio neutrosófico para clasificar las fuentes de información sobre el uso crónico de inhibidores de la bomba de protones** 31

4 Diana Lorena Jordán Fiallos, Rodrigo Estalin Ramos Sánchez, Steban Alejandro Vaca Ortiz. **Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis aguda con malrotación intestinal** 43

5 Elsy Labrada González, Lina Neri Spinosa Pire, María del Carmen Yabor Labrada. **Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva** 53

6 Juan Alberto Rojas Cárdenas, Edmundo Enrique Pino Andrade, Mesías Elías Machado Maliza. **Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para evaluar la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho** 69

7 José Israel Castillo González, Andrea Katherine Miranda Anchundia, Liset Camaño Carballo. **Método neutrosófico para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fija** 81

8 Luis Alberto Ortiz Zambrano, Andrés Humberto Layedra Torres, Mónica Lorena Valle Villamarín. **Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza** 95

9 Luis Alberto Ortiz Zambrano, Melissa Eliana Del Campo Zapata, Jeanneth Elizabeth Jami Carrera. **Evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos** 109

10 José Israel Castillo González, Andrea Katherine Miranda Anchundia, Liset Camaño Carballo. **Método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito: análisis comparativo entre pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, estudio in vitro** 121

11 Jaime Martín Larco Zurita, Zúñiga Llerena Zúñiga Llerena, Silvia Alexandra Cáceres Correa. **Análisis microscópico del diámetro del foramen apical con método estadístico neutrosófico** 143

12 Luis Orlando Albarracín Zambrano, Edmundo José Jalón Arias, Jennifer Pamela Martínez Matute. **Método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná, 2021** 151

13 Luis Javier Molina Chalacán, Frank Alex Yanchapaxi González, Leonardo José Giler Chango. **Evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19, Unidad Educativa Fiscal Mocache, 2021** 165

14 Iván Fernando Andrade Arrieta, Eugenio Javier Escobar Gonzales, Luis Ramiro Ayala Ayala. **Método multicriterio neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el Código Orgánico Administrativo** 179

15 Luis Fernando Piñas Piñas, Francisco Freire Sánchez, Fernando Andrés Montalvo Ramos. **Evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador** 191

16 María Verónica Aveiga Hidalgo, Cristhian Eduardo Ascuntar Vega, Clara Elisa Pozo Hernández. **Procesamiento a través de Mapas Cognitivos Neutrosóficos de los Factores de Riesgo del personal de salud en la atención a pacientes con Covid-19** 203

17 Rosa Evelyn Chugá Quemac, Jaime Rodrigo Cadena Morillo, Marina del Carmen Méndez Cabrita. **Análisis Neutrosófico de los factores que limitan la aplicación del principio de interés superior del niño en Ecuador** 213

18 Jairo Mauricio Puetate Paucar, Lenin Alejandro Cevallos Castillo, Diego Fernando Coka Flores. **Evaluación de delitos en redes sociales mediante coeficientes de correlación neutrosóficos** 223

19 Janneth Ximena Iglesias Quintana, Lola Ximena Cangas Oña, José Milton Jiménez Montenegro. **Análisis Neutrosófico sobre Vulneración del Derecho de la Mujer Embarazada Trabajadora y la Tutela Judicial** 231

20 Christian David Zapata Hidalgo, Juan Francisco Ruiz Quiroz, Rhonny Rigoberto Rosero Rosero, Gianela Lorleyn Sánchez Erazo. **Números Neutrosóficos de Valor Único aplicados a un Análisis Estratégico de Métodos de Ortodoncia Acelerada** 241

21 María Fernanda Latorre Barragán, María José Guzmán Chango, Josué Sebastián Chasi Benavides. **Selección de tratamiento contra el Covid 19 a través de un análisis neutrosófico** 253

22 Francisco Xavier Poveda Paredes, Carlos Gustavo López Barrionuevo, María José Goyes Baca. **Análisis neutrosófico de las determinantes sociales en la salud pública de Latinoamérica** 263

23 Washington Paul Culqui Molina, Marco Vinicio Chango Gadvay, Segundo Moisés San Lucas Coque. **Estudio Neutrosófico de las Implicaciones del Fármaco Miltefosina en el Tratamiento de Leishmaniasis** 273

24 Janneth Ximena Iglesias Quintana, Lola Ximena Cangas Oña, José Milton Jiménez Montenegro. **Efectividad de las medidas socioeducativas del menor infractor mediante SVNS** 283

25 Olivia Altamirano Guerrero, Jeanneth Elizabeth Jami Carrera, Carlos Omar Blacio Villa. **Tratamiento del insulinoma. Nuevo modelo de decisión** 293

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022
University of New Mexico

Introducción a los conjuntos IndetermSoft e IndetermHyperSoft

Introduction to the IndetermSoft and IndetermHyperSoft Sets

Florentin Smarandache[1]

[1] Universidad de Nuevo México, Departamento de Matemáticas, Física y Ciencias Naturales, 705 Gurley Ave., Gallup, NM 87301, EE.UU.; smarand@unm.edu

Resumen: En este artículo se presenta por primera vez el *Conjunto IndetermSoft*, como extensión del Soft Set clásico (determinado), que opera con datos indeterminados, y de manera similar el Conjunto HyperSoft extendido al *Conjunto IndetermHyperSoft*, donde 'Indeterm' significa 'Indeterminado' (resultado incierto, conflictivo, no único). Están construidos sobre un *Álgebra IndetermSoft* que es un álgebra que trata con *Operadores IndetermSoft* resultantes de nuestro mundo real. Posteriormente, se presentan los Conjuntos IndetermSoft e IndetermHyperSoft y sus extensiones Difusa/Intuicionista Difusa/Neutrosófica y otras extensiones difusas así como sus aplicaciones.

Palabras clave: Soft Set; conjunto HyperSoft; Conjunto IndetermSoft; Conjunto IndetermHyperSoft; Operadores IndetermSoft; Álgebra IndetermSoft.

Abstract: This paper presents for the first time the IndetermSoft Set, as an extension of the classical (determinate) Soft Set, which operates on indeterminate data, and similarly the HyperSoft Set extended to the IndetermHyperSoft Set, where 'Indeterm' means 'Indeterminate' (uncertain, conflicting, non-unique result). They are built on an IndetermSoft Algebra which is an algebra dealing with IndetermSoft Operators resulting from our real world. Subsequently, the IndetermSoft and IndetermHyperSoft Sets and their Fuzzy/Fuzzy Intuitionistic/Neutrosophic and other fuzzy extensions and their applications are presented.

Keywords: Soft Set; HyperSoft set; IndetermSoft set; IndetermHyperSoft set; IndetermSoft operators; IndetermSoft algebra.

1. Introducción

El Soft Set clásico se basa en una función determinada (cuyos valores son ciertos y únicos), pero en nuestro mundo hay muchas fuentes que, por falta de información o ignorancia, proporcionan información indeterminada (incierta y no única, sino vacilante o alternativa).

Pueden ser modelados por operadores que tengan cierto grado de indeterminación debido a la imprecisión de nuestro mundo.

El artículo menciona las definiciones de los Conjuntos Soft e HyperSoft clásicos, luego muestra la distinción entre funciones suaves determinadas e indeterminadas.

Las tripletas neutrosóficas <Función, NeutroFunción, AntiFunción> y <Operador, NeutroOperador, AntiOperador> se discuten como partes del <Álgebra, NeutroÁlgebra, AntiÁlgebra> (Smarandache, 2019).

De manera similar, se toman en consideración las distinciones entre operadores determinados e indeterminados.

Posteriormente, se construye un Álgebra IndetermSoft, utilizando un operador suave determinado (joinAND), y tres operadores suaves indeterminados (disjoinOR, exclussiveOR, NOT), cuyas propiedades se estudian más adelante.

Las Álgebras IndetermSoft e IndetermHyperSoft son subclases del IndetermÁlgebra.

El IndetermÁlgebra se presenta como un álgebra cuyo espacio u operadores tienen algún grado de indeterminación (I > 0), y es una subclase de NeutroÁlgebra.

Se demostró que el Álgebra IndetermSoft y el Álgebra IndetermHyperSoft son Álgebras no Booleanas, ya que muchas Leyes Booleanas no se cumplen.

2. Definición de Soft Set Clásico

Sea U un universo de discurso, H un subconjunto no vacío de U, con P(H) el conjunto potencia de H, y a un atributo, con su conjunto de valores de atributos denotados por A. Entonces el par (F, H), donde $F: A \to P(H)$, se llama Soft Set clásico sobre H.

Molodtsov [1] definió el Soft Set en 1999, y Maji [2] el Soft Set Neutrosófico en 2013.

3. Definición de la Función Suave Determinada (Clásica)

La función anterior $F: A \to P(H)$, donde para cada $x \in A$, $f(x) \in P(H)$, y f(x) es cierta y única, se llama Función Determinada (Clásica).

4. Definición de la Función IndetermSoft

Se presenta por primera vez. Sea U un universo de discurso, H un subconjunto no vacío de U y P(H) el conjunto potencia de H. Sea a un atributo, y sea A un conjunto de valores de este atributo.

Una función $F: A \to P(H)$ se llama *Función IndetermSoft* si:

i. el conjunto A tiene alguna indeterminación;
ii. o *P(H)* tiene alguna indeterminación;
iii. o existe al menos un valor de atributo $v \in A$, tal que F(v) = indeterminado (poco claro, incierto o no único);
iv. o cualquiera de las dos o las tres situaciones anteriores.

La Función IndetermSoft tiene cierto grado de indeterminación, y como tal es un caso particular de la NeutroFunción [6, 7], definida en 2014 – 2015, que se recuerda a continuación.

5. <Función, NeutroFunción, AntiFunción>

Se ha formado la tripleta neutrosófica anterior [10, 11].

i. **Función (clásica)**, que es una función bien definida (definida internamente) para todos los elementos en su dominio de definición, o (T, I, F) = (1, 0, 0).
ii. **NeutroFunción** (o función neutrosófica), que es una función parcialmente bien definida (grado de verdad T), parcialmente indeterminada (grado de indeterminación I) y parcialmente definida externamente (grado de falsedad F) en su dominio de definición, donde $(T, I, F) \notin \{(1,0,0),(0,0,1)\}$.

iii. **Antifunción**, que es una función definida externamente para todos los elementos en su dominio de definición, o (T, I, F) = (0, 0, 1).

6. Aplicaciones del Soft Set

Un detective debe encontrar a los criminales entre una multitud de sospechosos. Para ello utiliza los testimonios de varios testigos.

Sea $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\} \cup \{\phi\}$ el conjunto de la multitud de sospechosos, dónde $\{\phi\}$ es el elemento vacío (nulo), y c el atributo criminal, que tiene dos valores de atributo C = {sí, no}.

i. La función $F_1 : C \to P(S)$, dónde $P(S)$ es el conjunto potencia de S, representa la información proporcionada por el testigo W_1.

Por ejemplo,

F_1 *(sí)* = s_3, lo que significa que, según el testigo W_1, el sospechoso s_3 es el criminal,

y F_1*(no)* = s_4, lo que significa igualmente, según el testigo W_1, que el sospechoso s_4 no es el criminal.

Estas son informaciones determinadas (exactas), provistas por el testigo W_1, por lo que se trata de un Soft Set clásico.

ii. Más adelante, la función $F_2 : C \to P(S)$, dónde $P(S)$ es el conjunto potencia de S, representa la información proporcionada por el testigo W_2.

Por ejemplo,

F_2*(sí)* $= \{\phi\}$, el elemento nulo, lo que significa que, según el testigo W_2, ninguno de los sospechosos del conjunto S es el criminal. Esta es también una información determinada como en el Soft Set clásico.

7. Operador indeterminado como extensión del Soft Set

iii. Nuevamente, la función $F_3 : C \to P(S)$, dónde $P(S)$ es el conjunto potencia de S, representa la información proporcionada por el testigo W_3.

Este testigo no puede proporcionar una información cierta y única, sino una información indeterminada (incierta, no única sino alternativa).

Por ejemplo:

F_3*(sí)* = *NOT*(s_2)

y F_3*(no)* = s_3 *OR* s_4

La tercera fuente (W_3) proporciona información indeterminada (poco clara, no única), dado que *NOT*(s_2) significa que s_2 no es el criminal, entonces, en consecuencia: uno, dos o más sospechosos del conjunto restante de sospechosos {s1, s3, s4, s5} pueden ser el (los) criminal(es), o $\{\phi\}$ (ninguno de los sospechosos restantes es el criminal), de donde se tiene:

$C_4^1 + C_4^2 + C_4^3 + C_4^4 + 1 = 2^4 = 16$ posibilidades (alternativas o resultados), resultantes de una sola entrada, para elegir, donde C_n^m significa combinaciones de n elementos tomados en grupos de m elementos, para números enteros $0 \le m \le n$.

Información indeterminada de nuevo, ya que:

s_3 *OR* s_4 significa: {s_3 sí, y s_4 no}, o {s_3 no, y s_4 sí}, o {s_3 sí, y s_4 sí},

por lo tanto, 3 posibles resultados (alternativos) de donde elegir.

De este modo, $F_3 : C \to P(S)$ es una función suave indeterminada (o renombrada/contratada como función suave indeterminada).

8. Extensión de valor de atributo indeterminado del Soft Set

Para extender las aplicaciones anteriores del Soft Set, siendo la multitud de sospechosos el conjunto $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\} \cup \{\phi\}$, donde $\{\phi\}$ es el elemento vacío (nulo), y el atributo $c = criminal$, pero el atributo c tiene esta vez

tres valores de atributo $K = \{sí, no, tal\ vez\}$, como en la nueva rama de la filosofía, llamada Neutrosofía, donde entre los opuestos $<A> = sí$, y $<antiA> = no$, existe la indeterminación (o neutral) $<neutA> = tal\ vez$.

Y esto lo proporciona el testigo W_4 y se define como:

$F_4 : K \to P(S)$

Por ejemplo: $F_4(tal\ vez) = s_5$, lo que significa que el criminal es tal vez s_5.

También hay cierta indeterminación aquí porque el valor del atributo "tal vez" significa algo inseguro o incierto.

Se puede transformar este en un Soft Set Difuso (o Intuicionista Difuso, o Neutrosófico, u otra extensión Difusa) de las siguientes maneras:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(sí) = s_5$ *(algún grado de pertenencia)*

o

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F4(no) = s_5$ *(algún grado de no pertenencia)*

Considerando el siguiente ejemplo.

El *Soft Set Difuso* como:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(sí) = s_5(0,6)$, o la probabilidad de que s_5 sea un criminal es del 60%;

El *Soft Set Intuicionista Difuso* como:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(sí) = s_5(0,6,\ 0,3)$, o la probabilidad de que s_5 sea un criminal es del 60 %, y la probabilidad de que s_5 no sea un criminal es del 30 %;

El *Soft Set Neutrosófico* como:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(sí) = s_5(0.6,\ 0.2,\ 0.3)$, o la posibilidad de que s_5 sea un criminal es del 60 %, la posibilidad indeterminada de que no sea un criminal es del 20 % y la posibilidad de que s_5 no sea un criminal es 30%.

Y de manera similar para otros *Soft Sets de Extensión Difusa*.

O, de manera equivalente, empleando el valor de atributo “no”, se puede considerar:

El *Soft Set Difuso* como:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(no) = s_5(0.4)$, o la probabilidad de que s_5 no sea un criminal es del 40%;

El *Soft Set Intuicionista Difuso* como:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(no) = s_5(0.3,\ 0.6)$, o la probabilidad de que s_5 no sea un criminal es del 30 %, y la probabilidad de que s_5 sea un criminal es del 60 %;

El *Soft Set Neutrosófico* como:

$F_4(quizás) = s_5$ es aproximadamente equivalente a $F_4(no) = s_5(0.3,\ 0.2,\ 0.6)$, o la probabilidad de que s_5 no sea un criminal es del 30%, la probabilidad indeterminada de criminal-no criminal es del 20% y la probabilidad de que s_5 sea un criminal es 60%.

Y de manera similar para otros *Soft Sets de Extensión Difusa*.

9. Conjunto HyperSoft

Smarandache extendió en 2018 el Soft Set al Conjunto HyperSoft [3, 4] transformando la función F de una función uni-atributo en una función multi-atributo.

9.1. Definición de Conjunto HyperSoft

Sea $\mathcal{U}$ un universo de discurso, H un conjunto no vacío incluido en U, y P(H) el conjunto potencia de H. Sea $a_1, a_2, \dots a_n$, donde $n \geq 1$, n atributos distintos, cuyos valores de atributo correspondientes sean respectivamente los conjuntos $A_1, A_2, \dots, A_n$, con $A_i \cap A_j = \emptyset$ para $i \neq j$ y $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$. Entonces el par $(F, A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n)$, donde $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ representa un producto Cartesiano, con

$F: A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n \to P(H)$

se llama Conjunto HyperSoft.

Por ejemplo,

sea

$(e_1, e_2, \dots, e_n) \in A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$

entonces

$F(e_1, e_2, \dots, e_n) = G \in P(H)$

9.2. Clasificación de conjuntos HyperSoft

Con respecto a los tipos de conjuntos, tales como: clásico, difuso, intuicionista difuso, neutrosófico, plitogénico y todos los demás conjuntos de extensión difusa, se tienen respectivamente: Conjunto HyperSoft Clásico, Conjunto HyperSoft Difuso, Conjunto HyperSoft Intuicionista Difuso, Conjunto HyperSoft Neutrosófico, Conjunto HyperSoft plitogénico y todos los demás conjuntos HyperSoft de extensión difusa [3, 5-9].

Los grados HyperSoft de T = verdad, I = indeterminación, F = falsedad, H = indecisión, N = neutralidad, etc. asignados a estos Conjuntos HyperSoft Clásicos, Conjuntos HyperSoft Difusos, Conjuntos HyperSoft Intuicionista Difusos, Conjuntos HyperSoft Neutrosóficos, Conjuntos HyperSoft Plitogénicos y todos los demás conjuntos HyperSoft de extensión difusa verifican las mismas condiciones de inclusión y desigualdades que en sus correspondientes conjuntos difusos y de extensión difusa.

9.3. Aplicaciones de Conjunto HyperSoft y su correspondiente Conjunto HyperSoft Difuso / Intuicionista Difuso / Neutrosofico.

Sea $H = \{h_1, h_2, h_3, h_4\}$ un conjunto de cuatro casas y dos atributos:

s= tamaño, cuyos valores de atributo son $S = \{$*pequeña, mediana, grande*$\}$,

y *l = ubicación*, cuyos valores de atributo son $L = \{$*central, periférica*$\}$.

Entonces $F: S \times L \to P(H)$ es un Conjunto HyperSoft.

i. Por ejemplo, *F(pequeña, periférica)* = $\{h_2, h_3\}$, lo que significa que las casas que son *pequeñas y periféricas* son h_2 y h_3.
ii. Un Conjunto HyperSoft Difuso puede asignar algunos <u>grados difusos</u>, por ejemplo:
F(pequeña, periférica) = {h2(0.7), h3(0.2)}, lo que significa que con respecto a los valores de los atributos *pequeña y periférica* <u>en conjunto</u>, h_2 cumple con los requisitos de ser tanto pequeña como periférica en un grado difuso del 70%, mientras que h_3 en un grado difuso del 20%.
iii. Subsecuentemente, un Conjunto HyperSoft Intuicionista Difuso puede asignar algunos <u>grados intuicionistas difusos</u>, por ejemplo:
F(pequeña, periférica) = {h2(0.7, 0.1), h3(0.2, 0.6)}, lo que significa que con respecto a los valores de los atributos *pequeña y periférica* <u>en conjunto</u>, h_2 cumple con los requisitos de ser tanto pequeña como periférica en un grado difuso intuicionista del 70%, y no lo cumple en un grado difuso intuicionista del 10%; y de manera similar para h_3.
iv. Asimismo, un Conjunto HyperSoft Neutrosófico puede asignar algunos <u>grados neutrosóficos</u>, por ejemplo:

F(pequeña, periférica) = {h2(0.7, 0.5, 0.1), h3(0.2, 0.3, 0.6)}, lo que significa que con respecto a los valores de los atributos *pequeña y periférica* en conjunto, h_2 cumple con los requisitos de ser pequeña y periférica en un grado neutrosófico del 70%, el requisito indeterminado en un grado neutrosófico del 50%, y no cumple el requerimiento en un grado neutrosófico del 10%. Y de manera similar, para h_3.

v. Del mismo modo para otros Conjuntos HyperSoft de extensión difusa.

10. Operador, NeutroOperador, AntiOperador

Sea U un universo de discurso y H un subconjunto no vacío de U.
Sea $n \geq 1$ un número entero, y ω un operador definido como:
$\omega : H^n \to H$
Tomando una *n-tupla aleatoria* $(x_1, x_2, ..., x_n) \in H^n$.
Hay tres casos posibles:

i. $\omega(x_1, x_2, ..., x_n) \in H$ y $\omega(x_1, x_2, ..., x_n)$ es una salida determinada (clara, cierta, única); esto se llama grado bien definido (definido internamente), o grado de Verdad (T).
ii. $\omega(x_1, x_2, ..., x_n)$ es una salida indeterminada (poco clara, incierta, indefinida, no única); esto se llama grado de Indeterminación (I).
iii. $\omega(x_1, x_2, ..., x_n) \in U - H$; esto se denomina grado de definición externa (ya que la salida está fuera de H), o grado de falsedad (F).

En consecuencia, se tiene una Tripleta Neutrosófica de la forma

<Operador, NeutroOperador, AntiOperador>

definida como sigue [12, 13, 14]:

10.1. Operador (clásico)

Para cualquier *n-tupla* $(x_1, x_2, ..., x_n) \in H^n$, se tiene que $\omega(x_1, x_2, ..., x_n) \in H$ y $\omega(x_1, x_2, ..., x_n)$ es una salida determinada (clara, cierta, única). Por lo tanto (T, I, F) = (1, 0, 0).

10.2. NeutroOperador

Hay algunas *n-tuplas* $(x_1, x_2, ..., x_n) \in H^n$ tales que $\omega(x_1, x_2, ..., x_n) \in H$ y $\omega(x_1, x_2, ..., x_n)$ son salidas determinadas (claras, ciertas, únicas) (grado de verdad T);

otras *n-tuplas* $(y_1, y_2, ..., y_n) \in H^n$ tales que $\omega(y_1, y_2, ..., y_n) \in H$ y $\omega(y_1, y_2, ..., y_n)$ son salidas indeterminadas (poco claras, inciertas, no únicas) (grado de indeterminación I);

y otras *n-tuplas* $(z_1, z_2, ..., z_n) \in H^n$ tales que $\omega(z_1, z_2, ..., z_n) \in U - H$ (grado de falsedad F);

donde $(T, I, F) \neq \{(1,0,0),(0,0,1)\}$ que representan respectivamente el primer (Operador Clásico) y el tercer caso (AntiOperador).

10.3. AntiOperador

Para cualquier *n-tupla* $(x_1, x_2, ..., x_n) \in H^n$, se tiene $\omega(x_1, x_2, ..., x_n) \in U - H$. Por lo tanto *(V, I, F)*= (0, 0, 1).

11. Casos Particulares de Operadores

11.1. Operador determinado

Un *Operador Determinado* es un operador cuyo grado de indeterminación $I = 0$, mientras que el grado de verdad $T = 1$ y el grado de falsedad $F = 0$.

Por tanto, sólo el Operador Clásico es un Operador Determinado.

11.2. IndetermOperator

Como subclase del NeutroOperator anterior, existe el IndetermOperator (Operador indeterminado), que es un operador que tiene cierto grado de indeterminación (I > 0).

12. Aplicaciones de los IndetermOperators a los Soft Sets

Sea H un conjunto de número finito de casas (o, en general, objetos, artículos, etc.):
$H = \{h_1, h_2, \dots, h_n\} \cup \{\emptyset\}, 1 \leq n < \infty$,
donde h_1 = casa1, h_2 = casa2, etc.
y $\emptyset$ es el elemento vacío (o nulo) (ninguna casa).

13. Operadores Soft determinados e indeterminados

Se definen cuatro operadores Soft en H.

13.1. joinAND

joinAND, o juntos, denotado por $\Wedge$, definido como:
$x \Wedge y$ = *x* e *y*, o sumando *x* e *y*; aquí la conjunción "and" tiene el sentido común del lenguaje natural.
$x \Wedge y = \{x, y\}$ es un conjunto de dos objetos.
Por ejemplo:
$h_1 \Wedge h_2$ = *casa1* $\Wedge$ *casa2* = *casa1 y casa2*
= juntar *casa1* y *casa2* = *{casa1, casa2}* = *{*h_1*,* h_2*}*.
joinAND es un Operador Soft Determinado ya que se obtiene una salida clara (cierta).

13.2. disjoinOR

disjoinOR, o separados en partes, denotado por $\Vee$, definido como:
x disjoinOR $y = x \Vee y = \{x\}$, o $\{y\}$, o ambos$\{x, y\}$
= x, o y, o ambos x e y;

aquí, igualmente, la disyunción "or" (y la conjunción "and" también) tienen el sentido común del lenguaje natural.

Pero existe cierta indeterminación (incertidumbre) para elegir entre tres alternativas.

Por ejemplo:
$h_1 \Vee h_2$ = *casa1* $\Vee$ *casa2* = *casa1, o casa2*, o ambas casas juntas *{casa1 y casa2}*.

disjoinOR es un Operador IndetermSoft, ya que no tiene una salida única clara, sino tres posibles salidas alternativas a elegir.

13.3. exclusiveOR

exclusiveOR, que significa uno u el otro; es un Operador IndetermSoft (a elegir entre dos alternativas).
$h_1 \Vee_E h_2$ = ya sea h_1 o h_2, y no ambos *{*h_1*,* h_2*}*.

13.4. NOT

NOT, o no, o subnegación/subcomplemento, indicado por $\neg$, donde

NOT(h) $= \neg\, h = no\ h$, en otras palabras, todos los elementos de H, excepto *h*, ya sea elementos individuales, o dos elementos, …, o $n-1$ elementos de $H-\{h\}$, o el elemento vacío $\emptyset$.

La negación del "no" tiene el sentido común del lenguaje natural; cuando se dice "no Juan" eso significa "alguien más" o "muchos otros".

13.4.1. Teorema 1

Sea $|H-\{h\}| = m \geq 1$ el cardinal del conjunto *H-{h}*.

Entonces $NOT(h) = \{x, x \in P(H-\{h\})\}$ y el cardinal $|\mathrm{NOT(h)}| = 2^{n-1}$.

Prueba:

Ya que NOT(H) significa todos los elementos de H, excepto *h*,

ya sea por elementos simples, o por dos elementos, …, o por $n-1$ elementos de $H-\{h\}$, o el elemento vacío $\emptyset$, entonces se obtiene:

$C_{n-1}^{1} + C_{n-1}^{2} + \cdots + C_{n-1}^{n-1} + 1 = (2^{n-1}-1)+1 = 2^{n-1}$ posibilidades (alternativas de *h*).

El operador NOT tiene como salida una multitud de subnegaciones (o subcomplementos).

NOT también es un Operador IndetermSoft.

13.4.2. Ejemplo

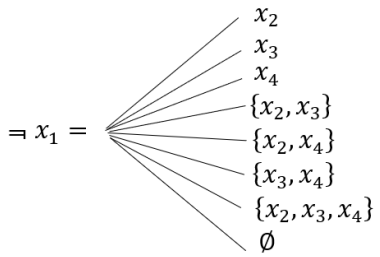
Sea $H = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$

Entonces,

NOT(x₁) $= \neg\, x_1 =$ ya sea x_2, o x_3, o x_4,
o $\{x_2, x_3\}$, o $\{x_2, x_4\}$, o $\{x_3, x_4\}$,
o $\{x_2, x_3, x_4\}$,
o $\emptyset$;

por lo tanto $C_3^1 + C_3^2 + C_3^3 + 1 = 3+3+1+1 = 8 = 2^3$ posibilidades/alternativas.

Representaciones gráficas:



U otra representación (equivalente a la anterior) es la siguiente:

$$\neg x_1 = \begin{cases} x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ \{x_2, x_3\} \\ \{x_2, x_4\} \\ \{x_3, x_4\} \\ \{x_2, x_3, x_4\} \\ \phi \end{cases}$$

El operador NOT es equivalente a $(2^{n-1} - 1)$ disyunciones OR (del lenguaje natural).

14. Similitudes entre Operadores IndetermSoft y Operadores Clásicos

(i) joinAND es similar al operador AND lógico clásico ($\wedge$) de la siguiente manera.
Sean *A, B, C* proposiciones, donde $C = A \wedge B$.
Entonces la proposición *C* es verdadera, si ambos: A = verdadero y B = verdadero.
(ii) disjoinOR también es similar al operador lógico clásico OR ($\vee$) de la siguiente manera.
Sean *A, B, D* proposiciones, donde $D = A \vee B$.
Entonces la proposición D es verdadera si:

ya sea A = verdadero,
o B = verdadero,
o ambos A = verdadero y B = verdadero

(por lo tanto, se tienen tres posibilidades).
(iii) exclusiveOR también es similar al operador OR exclusivo de lógica clásica ($\vee_E$) de la siguiente manera.
Sean *A, B, D* proposiciones, donde $D = A \vee_E B$
Entonces la proposición *D* es verdadera si:

ya sea A = verdadero,
o B = verdadero,
y tanto A como B no son verdaderos simultáneamente

(por lo tanto, se tienen dos posibilidades).
(iv) NOT se parece al operador de conjunto clásico, o complemento ($\neg$), de la siguiente manera.
Sean *A, B, C, D* cuatro conjuntos, cuyas intersecciones de dos en dos son vacías, del universo del discurso $\mathcal{U} = A \cup B \cup C \cup D$.
Entonces $\neg A = NotA = \mathcal{U} \setminus A =$ el complemento de A con respecto a $\mathcal{U}$.
Si bien tiene solo una salida exacta ($\mathcal{U} \setminus A$) en la teoría clásica de conjuntos, el operador NOT ($\eqcirc A$) tiene 8 resultados posibles: el conjunto vacío ($\emptyset$), o B, o C, o D, o $\{B, C\}$, o $\{B, D\}$, o $\{C, D\}$, o $\{B, C, D\}$.

15. Propiedades de los Operadores

Sea $x, y, z \in$ H($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$).

15.1. Operadores bien definidos

Considerando el conjunto H cerrado bajo estos cuatro operadores: H($\mathbb{\wedge}$,$H\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}$E,$\eqcirc$).
Por lo tanto, para cualquier $x, y \in H$ se tiene:
$x \mathbb{\wedge}$ y $\in H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$), ya que $\{x, y\} \in H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$),
y $x \mathbb{\vee}$ y $\in H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$), ya que cada $\{x\}$, $\{y\}$, $\{x, y\} \in H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$),
además $x \mathbb{\vee}_E y \in H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$), ya que cada $\{x\}$, $\{y\} \in H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$),

Entonces el operador NOT también está bien definido porque es equivalente a un múltiplo de los operadores disjoinOR.

De este modo:
$\mathbb{\wedge} : H^2 \to H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$)
$\mathbb{\vee} : H^2 \to H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$)
$\mathbb{\vee}_E$: $H^2 \to H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$)
$\eqcirc : H \to H$($\mathbb{\wedge}$,$\mathbb{\vee}$, $\mathbb{\vee}_E$, $\eqcirc$)

15.2. Conmutatividad

$x \mathbb{\wedge} y = y \mathbb{\wedge} x$, y $x \mathbb{\vee} y = y \mathbb{\vee} x$, y $x \mathbb{\vee}_E y = y \mathbb{\vee}_E x$

Prueba

$x \mathbb{\wedge} y = \{x, y\} = \{y, x\} = y \mathbb{\wedge} x$

$x \mathbb{\vee} y = (\{x\}, o\ \{y\}, o\ \{x, y\}) = (\{y\}\ o\ \{x\}, o\ \{y, x\}) = y \mathbb{\vee} x$

$x \mathbb{\vee}_E y$ = (ya sea $\{x\}$, o $\{y\}$, pero no ambos x e y) =

= (ya sea $\{y\}$, o $\{x\}$, pero no ambos y y x) = $y \mathbb{\vee}_E x$.

15.3. Asociatividad

$x \mathbb{\wedge} (y \mathbb{\wedge} z) = (x \mathbb{\wedge} y) \mathbb{\wedge} z$,

y $x \mathbb{\vee} (y \mathbb{\vee} z) = (x \mathbb{\vee} y) \mathbb{\vee} z$, y $x \mathbb{\vee}_E (y \mathbb{\vee}_E z = (x \mathbb{\vee}_E y) \mathbb{\vee}_E z$

Prueba

$$\begin{aligned} x \mathbb{\wedge} (y \mathbb{\wedge} z) &= \{x, y \mathbb{\wedge} z\} = \{x, \{y, z\}\} \\ &= \{x, y, z\} = \{\{x, y\}, z\} \\ &= (x \mathbb{\wedge} y) \mathbb{\wedge} z. \end{aligned}$$

$x \mathbb{\vee} (y \mathbb{\vee} z) = (x \mathbb{\vee} y) \mathbb{\vee} z$

$$x\ o\ (y\ o\ z) = x\ o \begin{cases} y \\ z \\ y\ o\ z \end{cases} = x\ o \begin{cases} y \\ z \\ y\ o\ z \begin{cases} y \\ z \\ \{y, z\} \end{cases} \end{cases}$$

$$= \begin{cases} x\ o\ y = \begin{cases} x \\ y \\ \{x, y\} \end{cases} \\ x\ o\ z = \begin{cases} x \\ z \\ \{x, z\} \end{cases} \\ \begin{cases} x\ o\ y \\ x\ o\ z \\ x\ o\ \{y, z\} = \begin{cases} x \\ \{y, z\} \\ \{x, y, z\} \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

$$= x, y, z, \{x, y\}, \{x, z\}, \{y, z\}, \{x, y, z\}.$$

$$(x\ o\ y)\ o\ z = \begin{cases} x \\ y \\ \{x, y\} \end{cases} o\ z = \begin{cases} x\ o\ z \begin{cases} x \\ z \\ \{x, z\} \end{cases} \\ y\ o\ z \begin{cases} y \\ z \\ \{y, z\} \end{cases} \\ \{x, z\}\ o\ z \begin{cases} \{x, y\} \\ z \\ \{x, y, z\} \end{cases} \end{cases}$$

$$= x, y, z, \{x, y\}, \{x, z\}, \{y, z\}, \{x, y, z\}.$$

Por lo tanto, *(x o y) o z = x o (y o z) = x, y, z, {x, y}, {y, z}, {z, x}, {x, y, z}* con $2^3 - 1 = 8 - 1 = 7$ posibilidades.

$x \mathbb{\vee}_E (y \mathbb{\vee}_E z) =$

ya sea x, o (y $\mathbb{V}_E$ z), y no ambos x y (y $\mathbb{V}_E$ z) = ya sea x, o (y, o z, y no ambos y y z), y no ambos x y (no y o z) = ya sea x, o y, o z, y no ambos {y, z}, y (no x y no (no y o z)) = ya sea x, o y, o z, y no {y, z}, no {x, y}, no {x, z} = (x $\mathbb{V}_E$ y) $\mathbb{V}_E$ z

15.4. Distributividad de joinAND con respecto a disjoinOR y exclussiveOR

$x \mathbb{A} (y \mathbb{V} z) = (\mathrm{x} \mathbb{A} \mathrm{y}) \mathbb{V} (\mathrm{x} \mathbb{A} \mathrm{z})$

Prueba

$x \mathbb{A} (y \mathbb{V} z) = x$ y $(y$ o $z) = x$ y $(y, \text{or } z, \text{or } \{y, z\})$
$= x$ e y, o x y z, o x y $\{y, z\}$
$= \{x, y\}$, o $\{x, z\}$, o $\{x, y, z\}$
$= \{z, y\}, \{x, z\}, \{x, y, z\}$.
$(x \mathbb{A} y) \mathbb{V} (x \mathbb{A} z) = \{x, y\}$
o $\{x, z\} = \{x, y\}, \{x, z\}, \{x, y, x, z\} = \{x, y\}, \{x, z\}, \{x, y, z\}$.

x $\mathbb{A}$(y $\mathbb{V}_E$ z) = x y (ya sea y, o z, y no ambos {y, z}) = ya sea x e y, o x y z,
y x y no ambos {y, z} = ya sea {x, y}, o {x, z}, y {x, no {y, z} } =
= ya sea {x, y}, o {x, z}, y no {x, y, z} = (x $\mathbb{A}$ y) $\mathbb{V}_E$ (x $\mathbb{A}$ z)

15.5. No distributividad de disjoinOR y exclussiveOR con respecto a joinAND

$x \mathbb{V} (y \mathbb{A} z) \neq (\mathrm{x} \mathbb{V} \mathrm{y}) \mathbb{A} (x \mathbb{V} z)$
$x \mathbb{V} (y \mathbb{A} z) = x$ o $(y$ y $z) = x$ o $\{y, z\} = x, \{y, z\}, \{x, y, z\}$

Pero
$(x \mathbb{V} y) \mathbb{A} (x \mathbb{V} z) = (x, y, \{x, y\})$ y $(x, z, \{x, z\})$
$= \{x, x\}, \{x, z\}, \{x, z\}, \{y, z\}, \{y, x\}, \{x, y, z\}, \{x, y\}, \{x, y, z\}, \{x, y, z\}$
$= x, \{x, y\}, \{x, z\}, \{y, z\}, \{x, y, z\}$.
De donde en general $x, \{y, z\}, \{x, y, z\} \neq x, \{x, y\}, \{x, z\}, \{y, z\}, \{x, y, z\}$.
Mientras que en el Álgebra Booleana clásica la distribución de <u>or</u> con respecto a <u>and</u> es válida:

$$x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z).$$

x $\mathbb{V}_E$ (y $\mathbb{A}$ z) = ya sea x, o {y, z}, y no {x, y, z} $\neq$
$\neq$ (x $\mathbb{V}_E$ y) $\mathbb{A}$ (x $\mathbb{V}_E$ y) = (ya sea x, o y, y no {x, y}) y (no x, o z, y no {x, z})

15.6. Idempotencia

$x \mathbb{A} x = \{x, x\} = x$
$x \mathbb{V} x =$ ya sea x, o x, o $\{x, x\}$
$= x$, o x, o x
$= x$.
x $\mathbb{V}_E$ *x* = ya sea *x*, o x, y no {*x, x*} = imposible.

15.6.1. Teorema 2

Sea $x_1, x_2, \ldots, x_n \in (H, \mathbb{A}, \mathbb{V}, \neg)$, para $n \geq 2$. Entonces:
(i) $x_1 \mathbb{A} x_2 \mathbb{A} \ldots \mathbb{A} x_n = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$,
y
(ii) $x_1 \mathbb{V} x_2 \mathbb{V} \ldots \mathbb{V} x_n = x_1, x_2, \ldots, x_n$,

$\{x_1, x_2\}$, $\{x_1, x_3\}$, …, $\{x_{n-1}, x_n\}$,
$\{x_1, x_2, x_3\}$, …
… … … … … …
$\{x_1, x_2, \dots, x_{n-1}\}$, …
$\{x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n\}$.
Existen: $C_n^1 + C_n^2 + \cdots + C_n^{n-1} + C_n^n = 2^n - 1$ posibilidades/alternativas.
Cuanto mayor es *n*, mayor es la indeterminación.
((iii) $x_1 \mathbb{V}_E\ x_2 \mathbb{V}_E \dots \mathbb{V}_E\ x_n = x_1, x_2, \dots, x_n =$
$=$ *ya sea* x_1*, o* x_2*, …, o* x_n*,*
y no dos o más variables sean verdaderas simultáneamente.
Existen: $C_n^1 = n$ posibilidades.
Cuanto mayor sea *n*, mayor es la indeterminación por haber muchas alternativas.
Prueba
(i) La igualdad joinAND es obvia.
(ii) La disjoinOR resulta del hecho de que para que la disyunción de *n* proposiciones sea verdadera, basta con tener al menos una que sea verdadera. Como tal, se puede tener solo una proposición verdadera, o solo dos proposiciones verdaderas, y así sucesivamente, solo $n-1$ proposiciones verdaderas, hasta todas las *n* proposiciones verdaderas.
(iii) Es obvio.

15.7. Ley clásica de Absorción Booleana 1

$x \wedge (x \vee y) = x$ no funciona en esta estructura, ya que $x \mathbb{\wedge} (x \mathbb{\vee} y) \neq x$.
Prueba

$$\begin{aligned} x \mathbb{\wedge} (x \mathbb{\vee} y) &= x \text{ y } (x \text{ o } y) \\ &= \text{x y} \begin{cases} x \\ y \\ \{x, y\} \end{cases} \\ &= \{x, x\} \text{ o } \{x, y\} \text{ o } \{x, x, y\} \\ &= x \text{ o } \{x, y\} \text{ o } \{x, y\} \\ &= x \text{ o } \{x, y\} \\ &= \begin{cases} x \\ \{x, y\} \\ \{x, x, y\} \end{cases} = \begin{cases} x \\ \{x, y\} \\ \{x, y\} \end{cases} = \begin{cases} x \\ \{x, y\} \end{cases} \neq x. \end{aligned}$$

Pero esto si funciona:
$x \mathbb{\wedge}$ (x $\mathbb{V}_E$ y) = *x y (ya sea x, o y, y no {x, y}) =*
= (x y x), o (x e y), y (x y no {x, y}) = x.

15.8. Ley clásica de Absorción Booleana 2

$x \vee (x \wedge y) = x$ no funciona en esta estructura, ya que $x \mathbb{\vee} (x \mathbb{\wedge} y) \neq x$.
Prueba
$x \mathbb{\wedge} (x \mathbb{\vee} y) = x \text{ y } (x \text{ o } y)$
x or (x e y) = x or $\{x, y\}$

$$\begin{aligned} &= \begin{cases} x \\ \{x, y\} \\ \{x, x, y\} \end{cases} = \begin{cases} x \\ \{x, y\} \\ \{x, y\} \end{cases} \\ &= \begin{cases} x \\ \{x, y\} \end{cases} \neq x. \end{aligned}$$

Pero esto si es válido:
$x\ \mathbb{V}_E\ (x \mathbb{\wedge}$ y $)$ = (ya sea x), o {x, y}, y (no {x, y}) = x.

15.9. Aniquiladores e Identidades para el Álgebra IndetermSoft

Mientras que 0 es un aniquilador para la conjunción $\wedge$ en el Álgebra Booleana clásica, $x \wedge 0 = 0$, en el Álgebra IndetermSoft $\emptyset$ es una identidad para $\mathbb{\wedge}$, mientras que para los demás no funciona.

Prueba

$x \mathbb{\wedge} \emptyset = x$ y $\emptyset$

= x y nada

= x junto con nada

= x.

15.10. $\emptyset$ no es una identidad, ni un aniquilador para disjoinOR ni para exclusiveOR

Mientras que 0 es una identidad para el $\vee$ en el álgebra booleana clásica, $x \vee 0 = x$, en IndetermÁlgebra, $\emptyset$ no es ni una identidad ni un aniquilador.

Prueba

$x \mathbb{\vee} \emptyset = x$, o (nada), o $\emptyset\{x, \emptyset\}$

= x, o $\emptyset$, or x

= x, o $\emptyset$.

x $\mathbb{\vee}_E \emptyset$ = ya sea x, o $\emptyset$, y no {x, $\emptyset$}.

15.11. La negación de $\emptyset$ tiene múltiples soluciones

Mientras que en el álgebra booleana clásica la negación de 0 es 1 (una sola solución), $\neg 0 = 1$, en IndetermAlgebra la negación de $\emptyset$ tiene múltiples soluciones.

Prueba

$\eqcirc \emptyset = NOT(\emptyset)$,

= no nada

= uno o más elementos del conjunto sobre el que se define el operador $\eqcirc$.

Ejemplo

Sea $H = \{x_1, x_2, x_3\} \cup \emptyset$.

Entonces, $\eqcirc \emptyset = x_1$, o x_2, o x_3, o $\{x_1, x_2\}$, o $\{x_1, x_3\}$, o $\{x_2, x_3\}$, o $\{x_1, x_2, x_3\}$,

por lo tanto 7 soluciones alternativas.

15.12. La Doble Negación no es válida en el Algebra IndetermSoft

Mientras que en el Álgebra Booleana clásica es válida la Ley de la Doble Negación: $\neg(\neg x) = x$, en el IndetermÁlgebra no ocurre así:

En general, $\eqcirc (\eqcirc x) \neq x$.

Prueba

Un contraejemplo:

Sea $H = \{x_1, x_2, x_3\} \cup \emptyset$.

$\eqcirc x_1$ = lo que no es x_1o no contiene x_1

= x_2, x_3, $\{x_2, x_3\}$, $\emptyset$.

Así se tienen 4 valores diferentes de la negación de x_1.

Eligiendo $\eqcirc x_1 = x_2$; entonces $\eqcirc (\eqcirc x_1) = x_2 = (x_1, x_3, \{x_1, x_3\}, \emptyset) \neq x_1$.

De manera similar para tomar otros valores de $\eqcirc x_1$.

Sea $H = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \cup \emptyset$, $n \geq 2$. Sea $x \in H$.

<u>Elementos mínimos y máximos</u> con respecto a la relación de inclusión son:

$\emptyset$ = el elemento vacío (nulo) y respectivamente

$x_1 \mathbb{\wedge} x_2 \mathbb{\wedge} \dots \mathbb{\wedge} x_n \overset{notation}{=} \{x_1, x_2, \dots, x_n\} = H$,
pero en el Álgebra Booleana son 0 y 1 respectivamente.

15.13. Todo el conjunto H es un aniquilador para joinAND

Mientras que en el Álgebra Booleana clásica la <u>identidad</u> para $\wedge$ es 1, ya que $x \wedge 1 = x$, en el Álgebra IndetermSoft para $\mathbb{\wedge}$ hay un <u>aniquilador</u> H, ya que $x \mathbb{\wedge} H = H$, dado que $x \mathbb{\wedge} H = \{x_1, x_2, \dots, x_n, x\} = H$, porque $x \in H$ entonces x es uno de $x_1, x_2, \dots, x_n$.

16. El máximo (*H*) no es ni aniquilador ni identidad

Mientras que en el Álgebra Booleana clásica el aniquilador para $\vee$ es 1, porque $x \vee 1 = 1$, en el Álgebra IndetermSoft para $\mathbb{\vee}$ el máximo *H* no es ni aniquilador ni identidad,
$x \mathbb{\vee} H = x$ o $H = x, H, \{x, H\} = x, H, H = x, H$.
x $\mathbb{\vee}_E$ *H = ya sea x, o H, y (no x y no H).*

17. Complementación1

En el Álgebra Booleana clásica, <u>Complementación1</u> es: $x \wedge \neg x = 0$.
En el Álgebra IndetermSoft, $x \mathbb{\wedge} (\eqcirc\, x) \neq \emptyset$, y $x \mathbb{\wedge} (\eqcirc\, x) \neq H$.

Contraejemplo
$MM = \{x_1, x_2, x_3\} \cup \emptyset$
$\eqcirc\, x_1 = x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset$
$x_1 \mathbb{\wedge} (\eqcirc\, x_1) = x_1 \mathbb{\wedge} (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset) =$
$= (x_1 \text{ y } x_2) \quad \text{o } (x_1 \text{ o } x_3)$
$\text{o } (x_1 \text{ y } \{x_2, x_3\})$
$\text{o } (x_1 \text{ y } \emptyset) =$
$= (x_1, \{x_1, x_2\}, \{x_1, x_3\}, \{x_1, x_2, x_3\}) \neq \emptyset \neq M.$

18. Complementación2

En el Álgebra Booleana clásica, <u>Complementación2</u> es: $x \vee \neg x = 1$.
En el Álgebra IndetermSoft, $x \mathbb{\vee} \eqcirc\, x \neq H$, y $x \mathbb{\vee} \eqcirc\, x \neq \emptyset$.
Contraejemplo
Lo anterior $H = \{x_1, x_2, x_3\} \cup \emptyset$
y $\eqcirc\, x_1 = x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset$ entonces

$$x_1 \mathbb{\vee} \eqcirc\, x_1 = x_1 \mathbb{\vee} (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset) = \begin{cases} x_1 \\ x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset \\ x_1, x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset \end{cases}$$
$$= x_1, \text{or } (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset), \text{or } (x_1, x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$$

lo cual es diferente de *H* y de $\emptyset$.
Y:

$$x_1 \mathbb{\vee}\text{E} \eqcirc\, x_1 = x_1 \mathbb{\vee}\text{E} (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset) = \left\{ \begin{matrix} x_1 \\ x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \phi \end{matrix} \right\} \text{ y no } (x_1, x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \phi),$$

lo cual es diferente de H y de $\emptyset$.

19. Primera Ley de De Morgan en el Álgebra IndetermSoft

La Primera Ley de De Morgan del álgebra booleana clásica es:

$\neg(x \vee y) = (\neg x) \wedge (\neg y)$
eso también es cierto en el Álgebra IndetermSoft:
$\eqcirc (x \Vee y) = (\eqcirc x) \Wedge (\eqcirc y)$
Prueba
$\eqcirc (x \Vee y) = \eqcirc (x, \text{o } y, \text{o } \{x \text{ e } y\})$
$= \eqcirc x, \text{y} \eqcirc y, \text{y} \eqcirc \{x_1 \text{ e y}\}$
$= \eqcirc x_1, \text{y} \eqcirc y, \text{y} (\eqcirc x, \text{o} \eqcirc \text{y})$
$= \eqcirc x, \text{y} \eqcirc y$
$= (\eqcirc x) \Wedge (\eqcirc y).$
Ejemplo
$M = \{x_1, x_2, x_3\} \cup \emptyset$
$\eqcirc (x_1 \Vee x_2) = \eqcirc (x_1, \text{o } x_2, \text{o } \{x_1 \text{ y } x_2\})$
$= \eqcirc x_1, \text{y} \eqcirc x_2, \text{y} (\eqcirc x_1 \text{ or } \eqcirc x_2)$
$= \eqcirc x_1, \text{y} \eqcirc x_2$
$= (\eqcirc x_1) \Wedge (\eqcirc x_2).$
$\eqcirc x_1 = (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$
$\eqcirc x_2 = (x_1, x_3, \{x_1, x_3\}, \emptyset)$
$(\eqcirc x_1) \Wedge (\eqcirc x_2) = (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset) \Wedge (x_1, x_3, \{x_1, x_3\}, \emptyset)$
$= x_1, x_2, x_3, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \emptyset.$

20. Segunda Ley de De Morgan en el Álgebra IndetermSoft

La Segunda ley de De Morgan en el álgebra booleana clásica es

$\neg(x \wedge y) = (\neg x) \vee (\neg y)$

también es cierto en la nueva estructura llamada Álgebra IndetermSoft:

$\eqcirc (x \Wedge y) = (\eqcirc x) \Vee (\eqcirc y)$
Prueba
$\eqcirc (x \Wedge y) = \eqcirc (\{x \text{ e } y\}) = \eqcirc x, \text{o } \eqcirc y, o \{\eqcirc x, e \eqcirc y\} = (\eqcirc x) \Vee (\eqcirc y)$

Ejemplo
$\eqcirc (x_1 \Wedge x_2) = \eqcirc (\{x_1, x_2\})$
$= \left(\eqcirc x_1, o \eqcirc x_2, \text{o } (\eqcirc x_1 \text{ y } \eqcirc x_2)\right)$
$= (x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset) =$
$\text{o}(x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$
$\text{o}(x_1, x_3, \{x_1, x_3\}, \emptyset)$
$\text{o}(x_1, x_2, x_3, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \emptyset) =$
$= (x_1, x_2, x_3, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$
$(\eqcirc x_1) \Vee (\eqcirc x_2) = \eqcirc x_1, \text{o} \eqcirc x_2 \text{ o } (\eqcirc x_1 \Wedge \eqcirc x_2) =$
$(x_2, x_3, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$
$\text{o}(x_1, x_3, \{x_1, x_3\}, \emptyset)$
$\text{o}(x_1, x_2, x_3, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$
$= (x_1, x_2, x_3, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \emptyset)$
$= \eqcirc (x_1 \Wedge x_2)$

*

Este Álgebra IndetermSoft no es un Álgebra Booleana porque muchas de las Leyes Booleanas no se cumplen, como por ejemplo:

- Identidad para $\wedge$
- Identidad para $\vee$
- Identidad para $\vee_E$
- Aniquilador para $\wedge$
- Aniquilador para $\vee$
- Aniquilador para $\vee_E$
- Absorción1 $[x \wedge (x \vee y) = x]$
- Absorción2 $[x \vee (x \wedge y) = x]$
- Doble negación
- Complementación1 $[x \wedge \neg x = \emptyset]$
- Complementación2 { $[x \vee \neg x = H]$ y $[x \vee_E \neg x = H]$ }

21. Aplicaciones prácticas del Soft Set e IndetermSoft Set

Sea $H = \{h_1, h_2, h_3, h_4\}$ un conjunto de cuatro casas, y el atributo a = *color*, cuyos valores son A = *{blanco, verde, azul, rojo}*.

21.1. Conjunto Soft

La función
$F: A \to \mathcal{P}(H)$
donde $\mathcal{P}(H)$ es el conjunto potencia de H, se llama Soft Set clásico.
Por ejemplo,
F(blanco) = h_3, es decir, la casa h_3 está pintada de blanco;
F(verde) = $\{h_1, h_2\}$, es decir, ambas casas h_1 y h_2 están pintadas de verde;
F(azul) = h_4, es decir, la casa h_4 está pintada de azul;
F(rojo) = $\emptyset$, es decir, ninguna casa está pintada de rojo.
Por lo tanto, la información sobre los colores de las casas es conocida, cierta.

21.2. Conjunto IndetermSoft

Pero hay muchos casos en nuestra vida real cuando la información sobre los valores de los atributos de los objetos (o artículos, en general) es poco clara, incierta.

Es por eso que se necesita extender el <u>Soft Set clásico (Determinado)</u> a un <u>Soft Set Indeterminado</u>.
La función suave determinada (exacta)
$F: A \to \mathcal{P}(H)$
se extiende a una función suave indeterminada
$F: A \to H(\wedge, \vee, \vee_E, \neg)$,
dónde $(\wedge, \vee, \vee_E, \neg)$ es un conjunto cerrado bajo $\wedge, \vee, \vee_E$, y $\neg$, y *f(x)* no siempre está determinada.
Por ejemplo,
F(blanco) = $h_3 \vee h_4$,
significa que las casas h_3 o h_4 son blancas, pero no hay certeza de cuál,
de donde uno tiene tres posibilidades/resultados/alternativas:

o $h_3$es blanco (y h_4 no lo es),
o h_4 es blanco (y h_3 no lo es),
o ambos h_3 y h_4 son blancos.

Esta es una información indeterminada.
También se puede simplemente escribir:

$$F\ (blanco) = \begin{cases} h_3 \\ h_4 \\ \{h_3, h_4\} \end{cases}$$

o F(blanco) = h_3, h_4, $\{h_3, h_4\}$,
donde $\{h_3, h_4\}$ significa $\{h_3$ y $h_4\}$,
que se lee como: o h_3, o h_4, o $\{h_3$ y $h_4\}$.

Otro ejemplo:
F(azul) = $\neg\, h_2$, o la casa h_2 no es azul,
por lo tanto, otras casas entre $\{h_1, h_3, h_4\}$ pueden ser azules,
o ninguna casa ($\emptyset$) puede ser azul.
Esta es otra información indeterminada.
La negación de h_2 (denotada como NOT(h_2) no es igual al complemento clásico de $C(h_2)$ del elemento h_2 con respecto al conjunto H, ya que
$\mathcal{C}(h_2) = H \setminus \{h_2\} = \{h_1, h_3, h_4\}$,

pero puede ser cualquier subconjunto de $H \setminus \{h_2\}$, o cualquier subcomplemento de $C(h_2)$,
de nuevo muchos posibles resultados (en este ejemplo 8) para elegir:

$\neg\, h_2 \quad = h_1, h_3, h_4, \{h_1, h_3\}, \{h_1, h_4\}, \{h_3, h_4\}, \{h_1, h_3, h_4\}, \emptyset =$
= ya sea h_1o h_3 o h_4,
o $\{h_1$ y $h_3\}$, o $\{h_1$ y $h_4\}$, o $\{h_3$ y $h_4\}$
o $\{h_1$ y h_3 y $h_4\}$,
o $\emptyset$ (elemento nulo, es decir, ninguna otra casa es azul).

La negación ($\neg\, h_2$) produce un mayor grado de indeterminación que las uniones anteriores: ($h_3 \vee h_4$) y respectivamente ($h_3 \vee_E h_4$).
La intersección ($\wedge$) es un operador determinado (cierto).

<u>Por ejemplo</u>,
F(verde) = $h_1 \wedge h_2$, que es igual a $\{h_1, h_2\}$, es decir, juntos, $\{h_1, h_2\}h_1$ y $h_2\{h_1$ and $h_2\}$.
Puede ocurrir una combinación de estos operadores, por lo que la función suave indeterminada (incierta) se vuelve más compleja.

<u>Otro ejemplo</u>.
F(verde) = $h_1 \wedge (\neg\, h_4)$, donde por supuesto $\neg\, h_4 \neq h_1$, lo que significa que:
la casa $h_1$es verde,
y otras casas entre $\{h_2, h_3\}$ pueden ser azules,
o $\emptyset$ (ninguna otra casa es azul).
$h_1 \wedge (\neg\, h_4) \quad = h_1$y (NOT$h_4$)

$= h_1$y $(h_1, h_2, h_3, \{h_1, h_2\}, \{h_1, h_3\}, \{h_2, h_3\}, \{h_1, h_2, h_3\}, \emptyset)$
[$h_1$se quita ya que $\neg\, h_4$ se supone que es diferente de h_1]
$= h_1$y$(h_2, h_3, \{h_2, h_3\}, \emptyset)$
$= (h_1$ y $h_2)$o$(h_1$ y $h_3)$
o$(h_1$ y $\{h_2, h_3\})$
o$\emptyset$
$= (h_1$ y $h_2)$ o $(h_1$ y $h_3)$o $(h_1$ y h_2 y $h_3)$, $\emptyset$
$\overset{notation}{=} \{h_1, h_2\}, \{h_1, h_3\}, \{h_1, h_2, h_3\}, \emptyset$

De este modo, hay 4 posibilidades.

22. Definiciones de <Álgebra, NeutroÁlgebra, AntiÁlgebra>

Sea $\mathcal{U}$ un universo de discurso, y H un conjunto no vacío incluido en $\mathcal{U}$. Además, H está dotado de algunas operaciones y axiomas.

22.1. Álgebra

Una estructura algebraica cuyas operaciones están bien definidas y todos los axiomas son totalmente ciertos se denomina estructura algebraica clásica (o álgebra). De donde *(T, I, F) = (1, 0, 0).*

22.2. NeutroÁlgebra

Si al menos una operación o un axioma tiene algún grado de verdad (T), algún grado de indeterminación (I) y algún grado de falsedad (F), donde (V, I, F) $\notin \{(1,0,0),(0,0,1)\}$, y ninguna otra operación o axioma es totalmente falso (F = 1), entonces esto se llama NeutroÁlgebra.

22.3. AntiAlgebra

Una estructura algebraica que tiene al menos una operación que está totalmente definida externamente (F = 1) o al menos un axioma que es totalmente falso (F = 0), se llama AntiAlgebra.

23. Definición de IndetermÁlgebra

Se introduce ahora por primera vez el concepto de IntermAlgebra (= Álgebra Indeterminada), como una subclase de NeutroAlgebra.

IndetermAlgebra se obtiene de aplicaciones reales, como se verá más adelante.

Sea $\mathcal{U}$ un universo de discurso, y H un conjunto no vacío incluido en $\mathcal{U}$.

Si al menos una operación o un axioma tiene algún grado de indeterminación (*I>0*), el grado de falsedad *F = 0*, y todas las demás operaciones y axiomas son totalmente ciertos, entonces H es un Álgebra Indeterminada.

24. Definición de Álgebra IndetermSoft

El conjunto *H(⩓, ⩔, ⩔E,¬)* cerrado mediante los siguientes operadores:

joinAND (denotado por ⩓), que es un operador determinado;

disjoinOR(denotado por ⩔), que es un operador indeterminado;

exclussiveOR (denotado por ⩔E), que es un operador indeterminado,

y subnegación/subcomplemento NOT (indicado por ¬), que es un operador indeterminado;

entonces se llama Álgebra IndetermSoft.

El Álgebra IndetermSoft amplía el Álgebra clásica de Soft Sets.

El Álgebra IndetermSoft es un caso particular de IndetermÁlgebra, y de NeutroÁlgebra.

El operador *joinAND*

⩓: $H^2 \longrightarrow H$(⩓,⩔, ⩔E,¬)

es <u>determinado</u> (en el sentido clásico):

$\forall x, y \in H$, $x \neq y$, x ⩓ $y = x$ unionAND ($y = xy = \{x, y\} \in H$⩓,⩔, ⩔E,¬)

por lo tanto, la agregación de x e y utilizando el operador ⩓ da un resultado claro y único, es decir, el conjunto clásico de dos elementos: $\{x, y\}$

Pero el operador disjoinOR

⩔: $H^2 \longrightarrow$H(⩓,⩔, ⩔E,¬)

es indeterminado porque:

$$\forall x, y \in H,\ x \neq y,\ \text{disjoinOR } y = \begin{cases} \text{ya sea } x \\ \text{o } y \\ \text{o ambos } \{x \text{ e } y\} \end{cases} \begin{cases} x \\ y \\ \{x, y\} \end{cases}$$

Por lo tanto, la agregación de x e y usando el operador $\mathbb{V}$ da un resultado poco claro, con tres posibles soluciones alternativas (ya sea x, o y, o $\{x$ e $y\}$).

El operador exclussiveOR también es indeterminado:

$\forall x, y \in H$, $x \neq y$, $x \neq y$ $\mathbb{V}$e y exclussiveOR ya sea *x*, o *y,* y no {*x, y*},

por lo tanto dos posibles soluciones:

$\mathbb{V}$E:H^2 ⟶H($\mathbb{A}$,$\mathbb{V}$, $\mathbb{V}$E,$\neg$).

De manera similar, el operador subnegación/subcomplemento NOT

$\neg$: H ⟶H($\mathbb{A}$,$\mathbb{V}$, $\mathbb{V}$E,$\neg$)

es <u>indeterminado</u> debido a muchos elementos $x \in H$,

NOT(x)= = x = una parte del complemento de x con respecto a H$\neg$ x

= un subconjunto de $H \setminus \{x\}$.

Pero hay muchos subconjuntos de $H \setminus \{x\}$, por lo tanto, hay una salida poco clara (incierta, ambigua), con múltiples soluciones alternativas posibles.

25. Definición de Conjunto IndetermSoft

Sea *U* un universo de discurso, *H* un subconjunto no vacío de *U,* y *H*($\mathbb{A}$,$\mathbb{V}$, $\mathbb{V}$E,$\neg$) el Álgebra IndetermSoft generada al cerrar el conjunto *H* bajo los operadores $\mathbb{A}$,$\mathbb{V}$, $\mathbb{V}_E$, y $\neg$.

Sea *a* un atributo, con su conjunto de valores de atributos denotados por *A*. Entonces el par

(F, *A)*, donde F: $A \rightarrow H$($\mathbb{A}$,$\mathbb{V}$, $\mathbb{V}_E$,$\neg$), se llama Conjunto IndetermSoft sobre H.

26. Conjunto IndetermSoft Difuso/Intuicionista Difuso/Neutrosófico/y otras extensiones difusas

Se pueden asociar grados difusos/intuicionistas difusos/neutrosóficos, etc. y extender el Conjunto IndetermSoft a Conjunto IndetermSoft Difuso/Intuicionista Difuso/Neutrosófico/y otras extensiones difusas.

26.1. Aplicaciones del conjunto IndetermSoft (Difuso/Intuicionista Difuso/Neutrósofico/y otras extensiones difusas)

Sea $H = \{h_1, h_2, h_3, h_4\}$ un conjunto de cuatro casas, y el Álgebra IndetermSoft generada al cerrar el conjunto *H* mediante los operadores suaves anteriores, *H*($\mathbb{A}$,$\mathbb{V}$, $\mathbb{V}$E,$\neg$).

Sea el atributo *c* = *color*, y sus valores de atributo sean el conjunto C = {blanca, verde, azul}.

La función IndetermSoft F : A⟶ *H*($\mathbb{A}$, $\mathbb{V}$, $\mathbb{V}E$,$\neg$) forma un Conjunto IndetermSoft.

Sea un elemento $h \in H$, y se denota por:

$d^{\circ}(h)$ = cualquier tipo de grado (ya sea difuso, o intuicionista difuso, o neutrosófico, o cualquier otra extensión difusa) del elemento *h*.

Se extienden los operadores suaves $\mathbb{A}$, $\mathbb{V}$, $\mathbb{V}E$,$\neg$ asignando algún grado $d^0(.) \in [0,1]^p$, dónde:

p = 1 para el grado clásico y difuso, p = 2 para el grado difuso intuicionista, p = 3 para el grado neutrosófico, y así sucesivamente p = n para el grado neutrosófico refinado de valor n, hasta los elementos involucrados en los

operadores, donde $\wedge, \vee, \neg$ representan la conjunción, la disyunción y la negación, respectivamente, de estos grados en sus correspondientes conjuntos o lógicas de extensión difusa.

Por ejemplo:

i. De *F(blanco)* = $h_1 \mathbb{A} h_2$ como en el conjunto IndetermSoft, se extiende a:

F(blanca) = $h_1(d_1^{\circ})\ \mathbb{A}\ h_2(d_2^{\circ})$, lo que significa que el grado (oportunidad) de que h_1 sea blanco es d_1° y el grado (oportunidad) de que h_2 sea blanca es d_2° , de donde:

F(blanca) = $h_1(d_1^{\circ})\ \mathbb{A}\ h_2(d_2^{\circ}) = \{h_1, h_2\}(d_1^{\circ} \wedge d_2^{\circ})$

Como tal, el grado en que ambas casas *{h₁, h₂} = {h₁ y h₂}* sean blancas es $d_1^\circ \wedge d_2^\circ$.

ii. Similarmente, *F(blanca)* = $h_1(d_1^\circ)$ ⩒ $h_2(d_2^\circ)$ = {h_1 o h_2} $(d_1^\circ \vee d_2^\circ)$,

o el grado de al menos una casa *{h₁ o h₂}* sea blanca es $(d_1^\circ \vee d_2^\circ)$.

iii. *F(blanca)* = $h_1(d_1^\circ)$ ⩒E $h_2(d_2^\circ)$ =

= { h_1 y (no h_2)}, *o* o { (no h_1) y h_2 }, y { (no h_1) y (no h_2) }

= *(h1 es blanco, o h₂ es blanco, y [no ambos {h1, h₂}] son blancos simultáneamente)* tiene el grado de $(d_1^\circ \vee d_2^\circ) - (d_1^\circ \wedge d_2^\circ)$.

iv. *F(blanca)* = (⩸*h₁*)(d_1°), lo que significa que el grado (probabilidad) de que *h₁* no sea blanco es (⩸ *h₁ = NO(h₁) = ya sea h₂, o h₃, o h₄,*

o {h₂, h₃}, {h₂, h₄}, {h₃, h₄},

o {h₂, h₃, h₄},

o ϕ *(ninguna casa).*

Hay 8 alternativas, por lo que NOT(h₁) es una de ellas.

Suponiendo que NOT(h₁) = {h₃, h₄}. Entonces el grado de que ambas casas {h₃, h₄} sean blancas es $\neg d_1^\circ$.

27. Definición de conjunto IndetermHyperSoft

Sea *U* un universo de discurso, *H* un subconjunto no vacío de *U* y *H(*⩓*,* ⩔*,* ⩔E*,*⩸) el Álgebra IndetermSoft generado al cerrar el conjunto *H* bajo los operadores ⩓,⩔, ⩔E, y ⩸.

Sea $a_1, a_2, \dots a_n$, donde $n \geq 1$, *n* atributos distintos, cuyos valores de atributo correspondientes sean respectivamente los conjuntos $A_1, A_2, \dots, A_n$, con $A_i \cap A_j = \emptyset$ para $i \neq j$, y $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$. Entonces el par $(F, A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n)$, donde $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ representa un producto cartesiano, con

$F: A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n \to H$(⩓,⩔, ⩔E,⩸), se denomina Conjunto IndetermHyperSoft.

De manera similar, se puede asociar grados difusos/intuicionistas difusos/neutrosóficos, etc. y extender el Conjunto IndetermHyperSoft a algún Conjunto IndetermHyperSoft Difuso/Intuicionista Difuso/Neutrosófico, etc.

28. Aplicaciones del Conjunto IndetermHyperSoft

Sea nuevamente $H = \{h_1, h_2, h_3, h_4\}$ un conjunto de cuatro casas, y el atributo *c = color*, cuyos valores son *C = {blanca, verde, azul, roja}*, y otro atributo *p = precio*, cuyos valores son *P = {barata, cara}*.

La función

$F: C \times P \to \mathcal{P}(H)$

donde $\mathcal{P}(H)$ es el conjunto potencia de *H*, es un Conjunto HyperSoft.

$F: C \times P \to H$(⩓, ⩔, ⩔$_E$, ⩸), se denomina Conjunto IndetermHyperSoft.

Ejemplos:

F(blanca, barata) = h₂⩔*h₄*

F(verde, cara) = h₁⩔E*h₂*

F(roja, cara) = h₃ ⩸

Para un conjunto IndetermHyperSoft Neutrosófico se tienen grados neutrosóficos, por ejemplo:

F(blanco, barato) = h₂(0.4, 0.2, 0.3)⩔*h₄ (0.5, 0.1, 0.4)*

De la misma manera que arriba (Sección 26.1), se extienden los operadores de HyperSoft ⩓, ⩔, ⩔$_E$, ⩸ asignando algún grado $d^0(.) \in [0,1]^p$, donde: *p = 1* para grado clásico y difuso, p = 2 para grado difuso intuicionista, p = 3 para grado neutrosófico, y así sucesivamente p = n para grado neutrosófico refinado de n-valor, a los elementos involucrados en los operadores, donde $\wedge, \vee, \neg$ representan la conjunción, la disyunción y la negación, respectivamente, de estos grados en sus correspondientes conjuntos o lógicas de extensión difusa.

29. Definición de Grupo Conmutativo de Tripleta Neutrosófica

Sea $\mathcal{U}$ un universo de discurso, y $(H,*)$ un conjunto no vacío incluido en $\mathcal{U}$, donde * es una operación binaria (ley) sobre H.

(i) La operación * sobre H es bien definida, asociativa y conmutativa.

(ii) Para cada elemento $x \in H$ existe un elemento $y \in H$, llamado neutro de *x*, tal que *y* es diferente del elemento unidad (si lo hay), con $x * y = y * x = x$, y existe un elemento $z \in H$, llamado el inverso de *x*, tal que $x * z = z * x = y$, entonces a $\langle x, y, z \rangle$ se le llama tripleta neutrosófica.

Entonces $(H,\ *)$ es el Grupo Conmutativo de Tripleta Neutrosófica.

En general, el Álgebra de Tripleta Neutrosófica es diferente del Álgebra Clásica.

29.1. Teorema 3

El Álgebra de join AND $(H,\ \wedge\!\!\!\wedge)$ y el Álgebra de disjoinOR $(H,\ \vee\!\!\!\vee)$, son Grupos Conmutativos de Tripleta Neutrosófica.

Prueba

Anteriormente se ha probado que los operadores $\wedge\!\!\!\wedge$ y $\vee\!\!\!\vee$ son cada uno de ellos: bien definidos, asociativos y conmutativos.

También se probó que los dos operadores son idempotentes:

$\forall x \in H, x \wedge\!\!\!\wedge x = x$ y $x \vee\!\!\!\vee x = x$.

Por lo tanto, para $(H,\wedge\!\!\!\wedge)$ y $(H,\vee\!\!\!\vee)$ respectivamente se tienen tripletas neutrosóficas de la forma: $\langle x, x, x \rangle$.

30. Enriquecimiento de los Conjuntos IndetermSoft e IndetermHyperSoft

Se invita a los lectores a ampliar esta investigación, ya que se pueden agregar más operadores suaves determinados e indeterminados a las Álgebras IndetermSoft o IndetermHyperSoft, resultantes de (o necesarios para) varias aplicaciones reales, y como tal, se obtienen estructuras Soft e HyperSoft más fuertes.

Algunas sugerencias:

F(blanca) = al menos k casas;

o *F(blanca) = como mucho k casas*;

o *F(verde, pequeña) = entre* k_1 *y* k_2 *casas*;

donde *k,* k_1 y k_2 son números enteros positivos, con $k_1 \leq k_2$.

Etc.

31. Conclusiones

Los operadores suaves indeterminados, presentados en este documento, son el resultado de aplicaciones de nuestro mundo real. Un álgebra definida mediante tales operadores se denominaba álgebra suave indeterminada.

Los conjuntos IndetermSoft e IndetermHyperSoft, y sus correspondientes formas Difusa/Intuicionista Difusa/Neutrosófica, construidas sobre esta álgebra indeterminada, se presentan por primera vez como extensiones de los Conjuntos Soft e HyperSoft clásicos.

Se muestran muchas aplicaciones y ejemplos.

Agradecimientos

El autor quiere agradecer a Muhammad Saeed, Atiqe Ur Rahman y Muhammad Ihsan por sus comentarios sobre este artículo.

1. Molodtsov, D. (1999) Soft Set Theory First Results. *Computer Math. Applic.* 37, 19-31.
2. Maji, P. K. (2013) Neutrosophic Soft Set. *Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics* 5 (1), 157-168.

3. Smarandache, F. (2018) Extension of Soft Set to Hypersoft Set, and then to Plithogenic Hypersoft Set, *Neutrosophic Sets and Systems* 22, 168-170.
DOI: 10.5281/zenodo.2159754, http://fs.unm.edu/NSS/ExtensionOfSoftSetToHypersoftSet.pdf
4. Smarandache, F. (2019) Extension of Soft Set to Hypersoft Set, and then to Plithogenic Hypersoft Set (revisited). *Octogon Mathematical Magazine*, 27(1), 413-418.
5. Shazia Rana; Madiha Qayyum; Muhammad Saeed; Florentin Smarandache; Bakhtawar Ali Khan (2019). Plithogenic Fuzzy Whole Hypersoft Set, Construction of Operators and their Application in Frequency Matrix Multi Attribute Decision Making Technique. *Neutrosophic Sets and Systems* 28, http://fs.unm.edu/neut/PlithogenicFuzzyWholeHypersoftSet.pdf
6. Nivetha Martin, Florentin Smarandache (2020). Introduction to Combined Plithogenic Hypersoft Sets. *Neutrosophic Sets and Systems* 35, 8 p.
http://fs.unm.edu/neut/IntroductionToCombinedPlithogenic.pdf
7. Mujahid Abbas; Ghulam Murtaza, Florentin Smarandache (2020). Basic operations on hypersoft sets and hypersoft point. *Neutrosophic Sets and Systems*, 35, 2020, 15 p.
http://fs.unm.edu/neut/BasicOperationsOnHypersoft.pdf
8. Muhammad Ihsan; Muhammad Saeed; Atiqe Ur Rahman; Florentin Smarandache (2022). An Inclusive Study on Fundamentals of Hypersoft Expert Set with Application, *Punjab University Journal of Mathematics* 54(5), 315-332, https://doi.org/10.52280/pujm.2022.540503
9. Muhammad Saqlain; Muhammad Riaz; Muhammad Adeel Saleem; Miin-Shen Yang. Distance and Similarity Measures for Neutrosophic HyperSoft Set (NHSS) with Construction of NHSS-TOPSIS and Applications. *IEEE Access*, 14;
DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3059712, http://fs.unm.edu/neut/DistanceAndSimilarityNHSSTOPSIS.pdf
10. Smarandache, F. (2015). Neutrosophic Function, 14-15, in *Neutrosophic Precalculus and Neutrosophic Calculus*, EuropaNova, Brussels, http://fs.unm.edu/NeutrosophicPrecalculusCalculus.pdf
11. Smarandache, F. (2014). Neutrosophic Function, in *Introduction to Neutrosophic Statistics*, Sitech & Education Publishing, 74-75; http://fs.unm.edu/NeutrosophicStatistics.pdf.
12. Smarandache, F. (2019). Introduction to NeutroAlgebraic Structures and AntiAlgebraic Structures [http://fs.unm.edu/NA/NeutroAlgebraicStructures-chapter.pdf], in *Advances of Standard and Nonstandard Neutrosophic Theories*, Pons Publishing House, Brussels, Belgium, Chapter 6, 240-265;
http://fs.unm.edu/AdvancesOfStandardAndNonstandard.pdf
http://fs.unm.edu/NA/NeutroAlgebra.htm
13. Smarandache, F. (2020). NeutroAlgebra is a Generalization of Partial Algebra. *International Journal of Neutrosophic Science* 2, 8-17; DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.3989285 http://fs.unm.edu/NeutroAlgebra.pdf
14. Smarandache, F.; Al-Tahan, Madeline (eds.) (2022). Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras. IGI Global, USA, 333 p.; https://www.igi-global.com/book/theory-applications-neutroalgebras-generalizations-classical/284563

Recibido: Mayo 15, 2022. **Aceptado:** Junio 02, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

H. Pylori y su Influencia negativa sobre el control glucémico del diabético tipo 2

H. Pylori and its negative influence on glycemic control in type 2 diabetics

Jorge L Cárdenas Ponce[1], Jorge H Cárdenas Medina [2], Viviana Robles Ortiz [3], Jimena Mantilla García [4] and Lisbeth Reales Chacón[5]

[1] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Hospital General Ambato, Ambato, Ecuador.
E-mail: jl.cardenas@uta.edu.ec
[2] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Terapia Física, Ambato, Ecuador.
E-mail: jh.cardenas@uta.edu.ec
[3] Universidad de Valparaiso, Facultad de Ingeniería Bioquímica, Carrera de Biomedicina, Valparaiso, Chile.
E-mail: victor.morales@uv.cl
[4] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Estimulación Temprana, Ambato, Ecuador.
E-mail: jimenapmantilla@uta.edu.ec
[5] Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Fisioterapia Ambato, Ecuador.
E-mail: lj.reales@uta.edu.ec

Resumen. OBJETIVO: Determinar Helicobacter pylori (H. pylori) en Pacientes Diabéticos tipo 2 y su influencia en el control glucémico MÉTODOS: Estudio de sección transversal que analizó la asociación entre H. pylori y el control glucémico mediante el diagnóstico directo de h. pylori en heces y la determinación de los niveles de hemoglobina glicosilada inicial (HbA1c) y Fructosamina posterior a la erradicación del h. pylori para determinar el control glucémico, posteriormente se analizaron mediante ANOVA la asociación entre la infección y el control glucémico y/o el efecto del tratamiento de erradicación. RESULTADOS: Se incluyeron a 80 pacientes con diabetes tipo 2 con una edad media de 66,43+/- 10,26 años de edad (8 varones (10%), 72 mujeres (90%). La incidencia de la infección por H. pylori fue de 37,5%, la asociación entre pacientes diabéticos tipo 2 con infección de H. pylori y el control glucémico fue estadísticamente significativo (p<0,001) después de la erradicación de la bacteria. La edad y el sexo no difirieron significativamente entre los dos grupos (diabéticos con infección frente a los no infectados). El nivel medio de HbA1C fue de 8,17 % en el grupo caso y 7,4% en los no infectados; No hubo ningún paciente no respondedor al tratamiento de erradicación, La media de los niveles glucémicos antes del tratamiento fue de 234,2+/- 40,4 mg/dL y después del tratamiento fue de 161,26±32,9mg/dL y la diferencia fue significativa (p=0.004). CONCLUSIÓN: La infección de H. pylori en los pacientes diabéticos tipo 2 puede influir negativamente el control glucémico y el tratamiento de erradicación puede mejorar la media de los niveles de glicemia en dicha población. Se necesitarán más investigaciones para evaluar los efectos de la erradicación de la bacteria entre diferentes variables y condiciones propias de los diabéticos en Ecuador.

Palabras Claves: Infección por H.Pylori, Control Glucémico, Diabetes Mellitus Tipo 2.

Abstract. AIM: investigate Helicobacter pylori (H. pylori) infection in persons with diabetes mellitus type 2 and the associated with glycemic control. METHODS: Cross-sectional study that analyzed the association between H. pylori and glycemic control by direct diagnosis of h. Pylori in feces and determination of initial glycosylated hemoglobin levels (HbA1c) and fructosamine subsequent to eradication of h. Pylori to determine glycemic control, were subsequently analyzed by ANOVA the association between infection and glycemic control and / or the effect of eradication treatment.. RESULTS: We included 80 patients with diabetes type 2 with an average age of 66,43 +/- 10,26 years (8 males (10%) , 72 women (90%)). The incidence of H. pylori infection It was 37.5%, the association between H. pylori infection and poor control it was statistically significant (p<0,001) after the eradication of H. pylori. Age and sex did not differ significantly between the two groups (diabetics with infection and without infection). The HbA1c average level It was 8.17 % in the case group and 7,4% in the control group; Among the 80 patients recruited, the 100% had successful H. Pylori eradication, The average blood glucose levels before treatment was 234.2 +/- 40.4 mg / dL and after treatment was 161.26 ± 32,9mg / dL and the difference was significant (p = 0.004). CONCLUSION: H. pylori infection in patients with diabetes type 2 can adversely affect glycemic control and eradication therapy can improve the average blood glucose levels in this population. More research is needed to evaluate the effects of the eradication of bacteria between different variables and characteristics of diabetic conditions in Ecuador.

Keywords: H. pylori infection , Glycemic Control, Type 2 Diabetes Mellitus.

1 Introducción

Helicobacter pylori (H. pylori) es una bacteria en forma de espiral, micro-aerofílica, gram-negativa que juega un papel patogénico importante en las enfermedades gástricas, incluyendo pero no limitando a: gastritis crónica, enfermedad úlcera péptica, cáncer gástrico, y también está asociado a linfomas de mucosa gástrica [1], [2]. Los estudios publicados en la literatura en las últimas dos décadas han sugerido posibles asociaciones para H. pylori y varias manifestaciones extra-gástricas, como púrpura trombocitopénica idiopática, anemia por deficiencia de hierro, y la enfermedad aterosclerótica [3], se ha sugerido que la infección por H. pylori está con potencialmente vinculado a Diabetes Mellitus (DM) en muchos aspectos. Varios estudios han reportado una mayor prevalencia de infección por H. pylori [4], una menor tasa de erradicación [5] y una prevalencia para reinfección más frecuentes [6] en pacientes diabéticos vs controles. Por otra parte, la infección por H. pylori se considera que está asociada con el control metabólico en los diabéticos [7], se encontró que la seropositividad de H. pylori se asoció positivamente con la hemoglobina glicosilada (HbA1c) y sus niveles a través de un análisis transversal a gran escala, lo que indica un papel importante del H. pylori en la tolerancia a la glucosa en los adultos. Sin embargo, el asunto de si la infección por H. pylori se asocia con un mal control de la glucemia en pacientes diabéticos y si la erradicación de H. pylori puede mejorar su control glucémico siguen siendo controvertidas [7], [8]. Por lo tanto, se realizó un estudio de la incidencia de H. pylori en Pacientes con DMT 2 en el Hospital Básico Pelileo y se buscó la asociación con el control glucémico y la influencia de la erradicación de H. pylori.

Además del papel deH. pylori en trastornos gastrointestinales, algunas investigaciones han sugerido el papel potencial de esta bacteria en el desarrollo de trastornos no gastrointestinales como enfermedades cardiovasculares y síndrome metabólico, especialmente diabetes

2 Materiales y métodos

En el estudio participaron 80 pacientes diabéticos tipo 2 de entre 48 y 86 años de edad, los mismos que fueron reclutados en el Distrito 18D04 San Pedro de Pelileo- Patate del Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Todos los pacientes tenían un tratamiento habitual adecuado y dieron por escrito el consentimiento informado para participar. Los criterios de exclusión fueron: los pacientes que tienen diabetes durante más de 15 años; pacientes con daño renal diagnosticado previamente por el centro de salud, de los pacientes que actualmente utilizan inhibidor de la bomba de protones o bloqueadores de los receptores H2; los pacientes con antecedentes de H. pylori y tratamiento de erradicación previo; y pacientes con infecciones activas, lesiones vasculares y las enfermedades inflamatorias.

Se documentaron los datos de filiación (edad, sexo, y la duración de la enfermedad) de los pacientes. Investigación bioquímica incluyendo hemoglobina A1C (HbA1C) para el primer control glucémico.

En todos los pacientes, se determinó la presencia de H. pylori mediante el análisis de materia fecal buscando antígenos, y los pacientes fueron comparados dividiéndolos en dos grupos (H. pylori Positivo y Negativo). La relación entre positividad para H. pylori y HbA1C fue investigado en todos los pacientes.

El Tratamiento de erradicación (claritromicina, Amoxicilina y omeprazol) fue dado por un médico de la Unidad de Salud y se lo realizó aleatoriamente dividiendo al grupo de H. pylori positivo, a la mitad del grupo que fue positivo y no recibió tratamiento de erradicación se comunicó que puede acceder al tratamiento después del estudio, el tratamiento tuvo una duración de dos semanas. Se continuó el tratamiento con omeprazol adicional sin antibióticos durante 2 semanas y se indicó a los pacientes medidas higiénicas para evitar la reinfección. Una semana después de la interrupción de todos los tratamientos, las tasas de erradicación fueron determinados mediante la prueba de antígeno en heces.

Posterior al tratamiento de erradicación se realizó a todos los pacientes un control con Fructosamina para valorar el control glicémico, sobre todo se comparó los efectos de la erradicación en el grupo H. pylori positivo con y sin tratamiento de erradicación.

2.1 Estadística neutrosófica

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a problemas de la toma de decisiones se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés)[9],[10], [11], [12] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación[13],[14], [15].

Los conjuntos Neutrosóficos son una generalización de un conjunto borroso (espacialmente de un conjunto intuicionístico borroso) [16, 17]. Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F)y pertenece a M en el modo siguiente [18, 19]: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F[20], [12], [10], [21].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependientes de muchos parámetros desconocidos o conocidos [22-24].

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{1}$$

donde$u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías averdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente [25, 26].Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

Para el trabajo con los números neutrosóficos se ha definido también la estadística neutrosófica [27], [28], [29], [30]. El intervalo de confianza representa un dominio de aplicación de la estadística neutrosófica aplicada [31-33]. El intervalo de confianza neutrosófica de muestra de la poblaciónse puede definir de la misma manera que el intervalo de confianza clásico de muestra grande para la proporción de población π[34], [35], [36], [37]:

$$p \pm (Valor\ crítico\ Z)\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \tag{2}$$

para el caso cuando $\min\{np\} \geq 5$ y $\min\{n(1-p)\} \geq 5$,
Donde:
p: proporción de muestra, cantidad de individuos de la muestra que poseen la propiedad de interés dividida por el tamaño de la muestra;
n: tamaño de la muestra,
π: proporción poblacional $= \frac{\text{cantidad de individuos de la población que poseen la propiedad de interés}}{\text{total de individuos de interés,}}$

Con la distinción de las estadísticas clásicas de que en las estadísticas neutrosóficas los parámetros p y n pueden establecerse en lugar de números nítidos *z*, y el valor crítico también puede ser un conjunto (por ejemplo, puede ser el nivel de confianza[38], [39], [40].

La estadística de muestra neutrosófica p, para $\min\{n\}$suficientemente grande, tiene una distribución de muestreo neutrosófico [41, 42], curva normal que se aproxima a la media de la población π y su desviación estándar.

$$\sqrt{\frac{\pi(1-n)}{n}} \tag{3}$$

El análisis estadístico se realizó mediante la aplicación de la herramienta informática SPSS v20. Los datos se resumen en porcentaje, media ± DE, y valores medios. La presencia de H. pylori y la erradicación de H. pylori, se analizaron mediante la prueba de chi-cuadrado, prueba exacta de Fischer, y de dependencia con Kruskal Wallis. La relación entre la presencia de H. pylori y la erradicación de H. pylori en pacientes diabéticos se analizó mediante un modelo de regresión lineal.

ANOVA. Los resultados fueron evaluados con relación de riesgo y en un intervalo de confianza del 95%. Una P <0.05 valor fue considerado estadísticamente significativo en los análisis.

3 Resultados y discusión

Se considera que los pacientes con Diabetes Mellitus tiene un mayor riesgo para el desarrollo de muchas infecciones a causa de su estado inmunológico deteriorado, entonces el riesgo de infección por H. Pylori en los pacientes con diabetes sigue siendo incierto, debido tanto a las diferencias de criterios de selección de los pacientes diabéticos y con diferentes criterios para el diagnóstico de la infección por H. Pylori, esto parecería contradictorio con el hallazgo de que la infección biológica por H. Pylori estimula respuestas inflamatorias que conducen a

resistencia a la insulina y la hiperglucemia persistente [43] mediante la producción de citoquinas pro-inflamatorias tales como la proteína C reactiva y la interleucina-6 [44]. La especulación de esta contradicción es que el estímulo por la infección por H. Pylori dé una respuesta inflamatoria suficiente para empeorar el control glucémico. Además, los estudios anteriores han hecho informes contradictorios sobre la asociación entre la infección y la diabetes tipo 2, en este estudio se evaluaron 80 (8 varones 10%, 72 mujeres 90%) con una edad media de 66,43 ± 10,26 años. La incidencia de la infección por H. pylori entre los diabéticos fue de 37,5% entre los 80 pacientes reclutados, 50 (62,5%) no presentaron antígenos en el análisis de las heces y 30 fueron diagnosticados como positivos (2 varones 6,2% y 28 mujeres 93,3%). (Tabla 1).

Tabla 1. Incidencia de H. Pylori por sexo

		H.PYLORI			
		NEGATIVO		POSITIVO	
		Recuento	% del N de columna	Recuento	% del N de columna
SEXO	H	6	12,0%	2	6,7%
	M	44	88,0%	28	93,3%

Para examinar de forma más directa la asociación entre la infección por H. Pylori y el control glucémico el estado óptimo para investigar dicho efecto sería la conducta de la erradicación de H. Pylori. Aunque los resultados en estudios previos fueron inconsistentes, la mayoría de los estudios [45], [46] no indican la eficacia de la erradicación de H. Pylori sobre el control glucémico con una excepción [47]. Por lo que este estudio consideró necesario investigar el efecto de la erradicación sobre el control glucémico para aclarar si influye la infección por H. Pylori afecta en el control glucémico. En relación al control glucémico inicial, la HbA1C media fue de 8,17 ± 2,01% (190,9 ± 58,88 mg/dL) y en relación al grupo H. pylori negativo se obtuvo una media de HbA1C de 7,4% (164,9 ± 52,8 mg/dL) y en el grupo H. pylori positivo se encontró valores elevados con una media de 9,5% (234,2 ± 40,4 mg/dL) y la diferencia fue significativa (p <0,001). (Figura 1 y Tabla 2)

Figura 1. Control glucémico inicial, HbA1C Inicial en dos grupos.

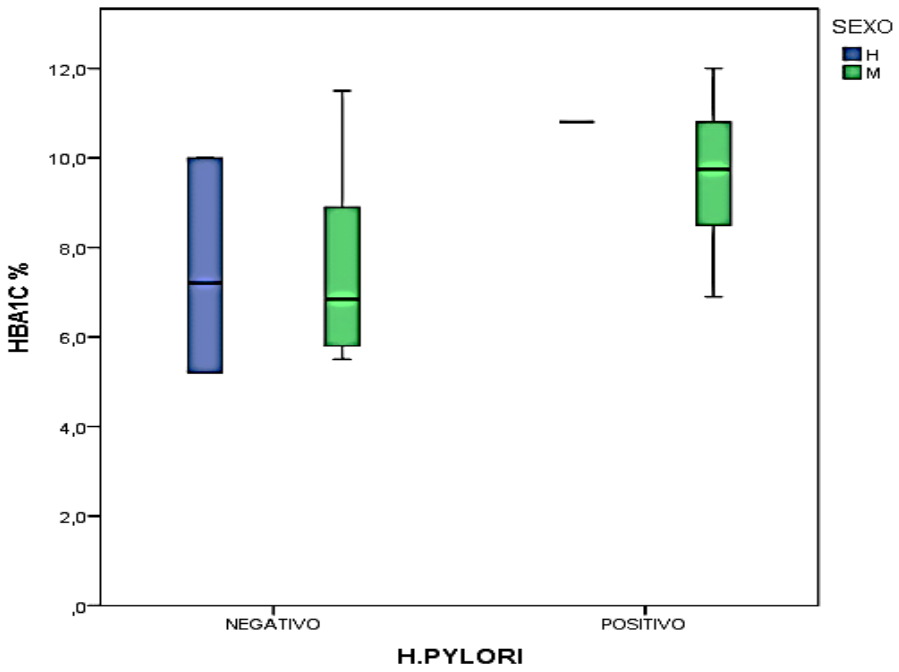
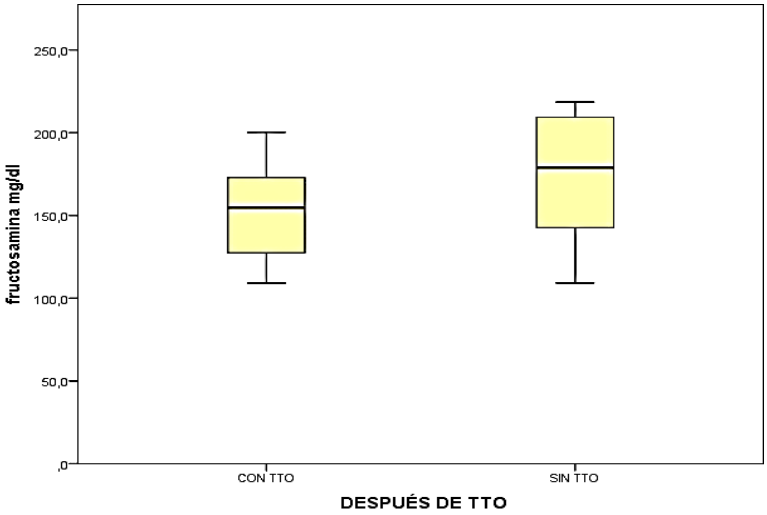


Tabla 2. Control glucémico entre los grupos de H. Pylori

			HBA1C		
			CONTROLADA	NO CONTROLADA	Total
H.PYLORI	NEGATIVO	Recuento	36	14	50
		% dentro de H.PYLORI	72,0%	28,0%	100,0%
	POSITIVO	Recuento	10	20	30
		% dentro de H.PYLORI	33,3%	66,7%	100,0%
Total		Recuento	46	34	80
		% dentro de H.PYLORI	57,5%	42,5%	100,0%

No hubo ningún paciente no respondedor al tratamiento de erradicación de la bacteria, el control glucémico posterior al tratamiento se obtuvo una medias de 2,65 ± 0,54mmol/L (161,265 ± 32,91 mg/dL). (Figura 2).

Figura 2. Glicemia media antes y después del tratamiento



Además del papel deH. pylori en trastornos gastrointestinales, algunas investigaciones han sugerido el papel potencial de esta bacteria en el desarrollo de trastornos no gastrointestinales como enfermedades cardiovasculares y síndrome metabólico, especialmente diabetes [48] la infección por H. pylori podría ser un factor de riesgo potencial para la diabetes, particularmente la diabetes tipo 2; sin embargo, se necesitan más estudios prospectivos para mostrar la dirección de esta asociación [49].

El análisis multi-variable (antes y después del tratamiento en el grupo de H. pylori positivo) con medidas repetidas al aplicar ANOVA fue significativa (p = 0,004) (Figura 3).

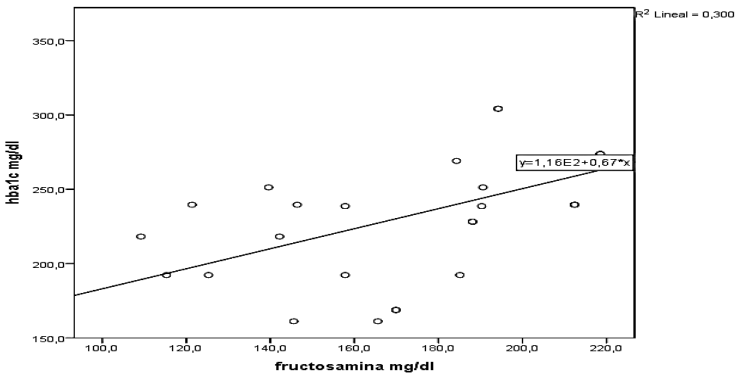


Figura 3. Niveles de Glucemia antes y después de erradicación (superior: 3 meses antes y 3 meses después de la erradicación; menor: antes de 3 meses y 6 meses después de la erradicación).

Conclusión

Los resultados de este estudio revelaron que la infección de H. pylori en los pacientes diabéticos tipo 2 puede influir negativamente el control glucémico y el tratamiento de erradicación puede mejorar la media de los niveles de glicemia en dicha población. Se necesitarán más investigaciones para evaluar los efectos de la erradicación de la bacteria entre diferentes variables y condiciones propias de los diabéticos en Ecuador.

Referencias

[1] B. Marshall, and J. R. Warren, "Unidentified curved bacilli in the stomach of patients with gastritis and peptic ulceration," *The lancet,* vol. 323, no. 8390, pp. 1311-1315, 1984.

[2] R. M. Peek, and M. J. Blaser, "Helicobacter pylori and gastrointestinal tract adenocarcinomas," *Nature Reviews Cancer,* vol. 2, no. 1, pp. 28-37, 2002.

[3] P. Malfertheiner, F. Megraud, C. A. O'Morain, J. Atherton, A. T. Axon, F. Bazzoli, G. F. Gensini, J. P. Gisbert, D. Y. Graham, and T. Rokkas, "Management of Helicobacter pylori infection—the Maastricht IV/Florence consensus report," *Gut,* vol. 61, no. 5, pp. 646-664, 2012.

[4] X. Zhou, C. Zhang, J. Wu, and G. Zhang, "Association between Helicobacter pylori infection and diabetes mellitus: a meta-analysis of observational studies," *Diabetes Research and Clinical Practice,* vol. 99, no. 2, pp. 200-208, 2013.

[5] M. Marietti, A. Gasbarrini, G. Saracco, and R. Pellicano, "Helicobacter pylori infection and diabetes mellitus: the 2013 state of art," *Panminerva medica,* vol. 55, no. 3, pp. 277-281, 2013.

[6] V. Ojetti, A. Migneco, E. C. Nista, G. Gasbarrini, A. Gasbarrini, D. Pitocco, and G. Ghirlanda, "H. pylori re-infection in type 1 diabetes: a 5 years follow-up," *Digestive and Liver Disease,* vol. 39, no. 3, pp. 286-287, 2007.

[7] Y. Chen, and M. J. Blaser, "Association between gastric Helicobacter pylori colonization and glycated hemoglobin levels," *Journal of Infectious Diseases,* vol. 205, no. 8, pp. 1195-1202, 2012.

[8] W. O. Chavez, F. P. Ortega, J. K. V. Perez, E. J. D. Zuniga, and A. R. P. Rivera, " Modelo ecológico de Bronferbrenner aplicado a la pedagogía, modelación matemática para la toma de decisiones bajo incertidumbre: de la lógica difusa a la lógica plitogénica," *Infinite Study*, 2021.

[9] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[10] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[11] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[12] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[13] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[14] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[15] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realității neconvenționale*: Infinite Study, 2012.

[16] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[17] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[18] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[19] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[20] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.

[21] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[22] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[23] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[24] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[25] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[26] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[27] F. Smarandache, "Operators on Single-Valued Neutrosophic Oversets, Neutrosophic Undersets, and Neutrosophic Offsets," *Bulletin of Pure & Applied Sciences-Mathematics and Statistics,* vol. 35, no. 2, pp. 53-60, 2016.

[28] F. Smarandache, *Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics*: Infinite Study, 2016.

[29] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.

[30] N. Hernández, E. Caballero, L. Cruzaty, W. Chávez, C. Huarac, and S. Chamorro, " Estudio Teórico de la NeutroÁlgebra Generada por la Función Combinante en Prospector y Algunas Notas Pedagógicas.," *En Teoría y Aplicaciones de NeutroÁlgebras como Generalizaciones de Álgebras Clásicas,* vol. IGI Global., pp. 116-140, 2022.

[31] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[32] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[33] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[34] R. G. Evwcombe, and C. M. Soto, "Intervalos de confianza para las estimaciones de proporciones y las diferencias entre ellas," *Interdisciplinaria,* vol. 23, no. 2, pp. 141-154, 2006.

[35] R. D. Mason, D. A. Lind, W. G. Marchal, and M. C. H. Lozano, *Estadística para administración y economía*: Alfaomega ^ eMéxico DF México DF, 1998.

[36] E. Olivo Suárez, "Significado de los intervalos de confianza para los estudiantes de ingeniería en México," 2008.

[37] A. E. A. Polo, W. O. Chávez, W. A. Q. Cutipa, and B. M. Vilcanqui, "Motivación y desarrollo de habilidades en Investigación Formativa:Un análisis desde la Estadística Neutrosófica," *Infinite Study*, 2021.

[38] E. Olivo, and C. Batanero, "Un estudio exploratorio de dificultades de comprensión del intervalo de confianza," *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, no. 12, pp. 37-51, 2007.

[39] E. Olivo, C. Batanero, and C. Díaz, "Dificultades de comprensión del intervalo de confianza en estudiantes universitarios," *Educación matemática,* vol. 20, no. 3, pp. 5-32, 2008.

[40] N. d. Coppo, J. Coppo, and M. Lazarte, "Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos," *Revista Veterinaria,* vol. 14, no. 1, pp. 3-10, 2016.

[41] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[42] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[43] K. E. Wellen, and G. S. Hotamisligil, "Inflammation, stress, and diabetes," *The Journal of clinical investigation,* vol. 115, no. 5, pp. 1111-1119, 2005.

[44] M. Diomedi, P. Stanzione, F. Sallustio, G. Leone, A. Renna, G. Misaggi, C. Fontana, P. Pasqualetti, and A. Pietroiusti, "Cytotoxin‐Associated Gene‐A–Positive Helicobacter pylori Strains Infection Increases the Risk of Recurrent Atherosclerotic Stroke," *Helicobacter,* vol. 13, no. 6, pp. 525-531, 2008.

[45] M. Candelli, D. Rigante, G. Marietti, E. C. Nista, F. Crea, A. Schiavino, G. Cammarota, G. Pignataro, S. Petrucci, and G. Gasbarrini, "Helicobacter pylori eradication rate and glycemic control in young patients with type 1 diabetes," *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition,* vol. 38, no. 4, pp. 422-425, 2004.

[46] D. De Luis, J. Cordero, C. Caballero, D. Boixeda, R. Aller, R. Canton, and H. De la Calle, "Effect of the treatment of Helicobacter pylori infection on gastric emptying and its influence on the glycaemic control in type 1 diabetes mellitus," *Diabetes research and clinical practice,* vol. 52, no. 1, pp. 1-9, 2001.

[47] R. E. Begue, R. Gomez, T. Compton, and A. Vargas, "Effect of Helicobacter pylori eradication in the glycemia of children with type 1 diabetes: a preliminary study," *Southern medical journal,* vol. 95, no. 8, pp. 842-846, 2002.

[48] M. Valenzano, A. Bisio, and G. Grassi, "Helicobacter pylori and diabetes mellitus: a controversial relationship," *Minerva Endocrinologica,* vol. 44, no. 3, pp. 301-309, 2019.

[49] S. Bonetto, G. Gruden, G. Beccuti, A. Ferro, G. M. Saracco, and R. Pellicano, "Management of dyspepsia and gastroparesis in patients with diabetes. a clinical point of view in the year 2021," *Journal of Clinical Medicine,* vol. 10, no. 6, pp. 1313, 2021.

Recibido: Mayo 16, 2022. **Aceptado:** Junio 03, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para clasificar las fuentes de información sobre el uso crónico de inhibidores de la bomba de protones

Neutrosophic multicriteria method for classifying sources of information on chronic use of proton pump inhibitors

Alejandro Sebastián Mayorga Garcés[1] Kathya Verónica Suaste Pazmiño[2]

Carlos Omar Blacio Villa[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador, Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9831-8559.
E-mail: ua.alejandromayorga@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador, Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7547-7602
E-mail: ua.kathyasuaste@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador, Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0547-3360
E-mail: ua.carlosblacio@uniandes.edu.ec

Resumen. Los Inhibidores de la Bomba de Protones (IBP) son de los medicamentos más utilizados en el ámbito sanitario. Debido a su bajo costo y perfil de seguridad, recientemente se ha encontrado evidencia que su uso crónico se asocia al desarrollo de enfermedad con las que previamente no tenía relación. El objetivo de esta investigación es implementar un método multicriterio neutrosófico para la clasificación de fuentes de información sobre el uso crónico de IBP. La investigación establece el uso de IBP y su relación con el desarrollo de diferentes patologías. Se realiza una revisión integrativa, donde se incluyen 10 ensayos clínicos que evaluaron la asociación entre el consumo de IBP y distintas patologías. Como resultado se obtuvo que el IBP se asoció con cambios en el microbioma esofágico (P:0.004), hipocalcemia (P:0.001), disminución de la infiltración de neutrófilos en la mucosa gástrica (P:0.005) y atrofia gástrica (P:0.023); lo que permitió concluir que la relación del uso de IBP con el desarrollo de atrofia, alteración del microbioma, hipocalcemia no han demostrado significancia clínica.

Palabras Claves: Inhibidor de la bomba de protones, eventos adversos, uso a largo plazo, efectos colaterales.

Abstract. Proton Pump Inhibitors (PPIs) are one of the most widely used drugs in the health field. Due to its low cost and safety profile, evidence has recently been found that its chronic use is associated with the development of diseases with which it was previously unrelated. The objective of this research is to implement a neutrosophic multicriteria method for the classification of sources of information on the chronic use of PPIs. The research establishes the use of PPIs and their relationship with the development of different pathologies. An integrative review is carried out, including 10 clinical trials that evaluated the association between the consumption of PPIs and different pathologies. As a result, it was obtained that the PPI was associated with changes in the esophageal microbiome (P:0.004), hypocalcemia (P:0.001), decreased infiltration of neutrophils in the gastric mucosa (P:0.005) and gastric atrophy (P:0.023).); which allowed us to conclude that the relationship between the use of PPIs and the development of atrophy, alteration of the microbiome, and hypocalcaemia have not shown clinical significance.

Keywords: Proton pump inhibitor, adverse events, long-term use, side effects.

1 Introducción

Los inhibidores de la bomba de protones (IBP), son de los fármacos más usados a nivel mundial, tanto en la práctica ambulatoria, como en la práctica hospitalaria [1]. En España en el periodo comprendido entre los años 2004 a 2010 su observó un alza del 227% en su prescripción, siendo su principal representante el omeprazol, en 2019 fue el octavo fármaco más utilizado en Estados Unidos. Sus indicaciones son varias, entre las principales encontramos: el reflujo gastroesofágico (ERGE), tratamiento y profilaxis de úlceras gastroduodenales, tratamiento y prevención de úlceras secundarias al uso de antiinflamatorios no esteroideos (AINES), terapia del sangrado digestivo alto, tratamiento del estados hipersecretores como el síndrome de Zollinger Ellison, y formar parte fundamental del tratamiento para la erradicación del *Helicobacter pylori* [2].

Existen otras patologías donde los IBP no tiene un verdadero motivo en ser prescritos, y son indicados debido a creencias o conceptos sin fundamento científico; como profilaxis de úlceras en personas sin factores de riesgo, prevención de úlceras de estrés en pacientes hospitalizados en cuidados intermedios, terapia de profilaxis en usuarios de antiagregantes plaquetarios y anticoagulantes sin factores de riesgo y recientemente se ha indicado como terapia de la dispepsia funcional, llevando a exposiciones innecesarias y altos costos en salud [3].

Recientes publicaciones indican sobre la sospecha de los IBP y los efectos a largo plazo que podrían desencadenarse, los cuales eran desconocidos ya que no constan en la ficha técnica del medicamento, lo que genera la incertidumbre si estamos usando el medicamento adecuadamente y si es seguro su uso durante periodos prolongados, se han propuesto diversas patologías derivadas del uso crónico de los IBP en los sistemas renal, cardiaco, gastrointestinal, neurológico, óseo, muscular, articular, nutricional, interacciones medicamentosas y mortalidad; por esta razón es necesario evaluar la evidencia de mejor calidad disponible para emitir recomendaciones en quienes en verdad deberán usar el medicamento de manera crónica.

2 Proceso de toma de decisiones

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos [4-6]. Con respecto al concepto toma de decisiones, Schein, plantea [7]: "es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización" [8-10].

Un proceso de toma de decisiones donde varían los objetos o decisiones, es considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio [11-13]. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado[14-16].

$$Max = F(x), x \in X \tag{1}$$

Donde:

x: es un vector $[x_1,, x_n]$ de las variables de decisión.

X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.

F(x): es un vector $[F_1x,, F_nx]$ de las P funciones objetivos que recogen los criterios.

Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva[17-20].

Específicamente los problemas multicriterio discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes problemas de toma de decisiones multicriterio discreto (DMD)[21-24].

Para la resolución de problemas de toma de decisiones, diversos han sido los métodos multicriterios propuestos [25, 26]. Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación ,[27], [28]. Dentro de los métodos multicriterio clásicos se encuentra la ponderación lineal. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 , [29].

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{2}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [30-32]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio. Se asigna un peso $W_j(j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [33],[34]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [35], [36, 37]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [38], [39]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [40-42]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r)

tal como representa la ecuación 4.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{4}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_{j.}$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$r_{ij:}$ representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Implementación del método para la toma de decisiones

Para la implementación del método propuesto se realizó un estudio de caso donde se realizó una revisión de tipo integrativa.

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Pubmed y Scielo, utilizando las palabras claves: ("Proton pump inhibitors"[Mesh] AND "side-effects"[Mesh]), ("Proton pump inhibitors"[Mesh] AND "long term use"[Mesh]), ("Proton pump inhibitors"[Mesh] AND "adverse effects"[Mesh])[6, 9, 10].

Se incluyeron artículos en idioma inglés y español, ensayos clínicos y además se filtró la búsqueda en individuos, mayores de 18 años y una fecha de publicación correspondiente a los últimos 5 años.

Se excluyeron los artículos donde los individuos estaban consumiendo ARH2, antecedente de cancer gastrointestinal actual o previo y cirugias gástricas.

Finalmente se incluyeron artículos que a criterio del autor deben ser parte de la revisión por su importancia en el tema.

Etapa 1: Identificación de las fuentes de información

Para el análisis y funcionamiento del método propuesto se utilizaron los buscadores arrojaron un total de 461 artículos: 409 en Pubmed y 52 en Scielo, luego de aplicar los diferentes filtros de búsqueda: idioma, tipo de estudio, edad, especie y fecha de publicación, se obtuvieron en total 89 artículos.

Etapa 2: Discriminación de datos

De los artículos obtenidos 69 no correspondían a ensayos clínicos, diez no presentaban información relevante para el estudio, por lo que fueron eliminados.

Se incluyen finalmente 10 artículos para la revisión.

Etapa 3: Evaluación neutrosófica de las fuentes

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las fuentes de información, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de cada fuente. La tabla 1 muestra el resultado del cálculo realizado[43-45].

Tabla 1: Procesamiento del sistema de toma de decisiones.

Artículos	Pesos $W_{(T,I,F)}$	Preferencias	$R_{i(T,I,F)}$
C_1	[1,0.15,0.10]	[1,0.10,0.15]	[0,1,0.015,0.15]
C_2	[0.75,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.56,0.025,0.037]
C_3	[0.90,0.15,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.9,0.025,0.015]
C_4	[0.75,0.25,0.25]	[0.50,0.10,0.15]	[0.37,0.025,0.025]
C_5	[0.80,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.6,0.025,0.0375]
C_6	[1,0.15,0.10]	[1,0.10,0.15]	[1,0.025,0.0375]
C_7	[0.75,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.56,0.025,0.037]
C_8	[0.90,0.15,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.9,0.025,0.015]
C_9	[0.75,0.25,0.25]	[0.50,0.10,0.15]	[0.37,0.025,0.025]
C_{10}	[0.80,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.6,0.025,0.0375]
Índice			0.84

El conjunto final de artículos se clasificados muestran un índice de calidad recomendado de 0.84 considerándose adecuado para su selección[5, 6, 30].

4 Resultados y discusión

Se incluyeron ensayos clínicos que cumplían los objetivos del estudio, destacando las características de los pacientes, el tipo de IBP utilizado, su dosis y el tiempo de duración. De los 10 estudios seleccionados todos se centraron en población adulta, 3 estudios fueron multicéntricos, 2 estudios se realizaron en Asia en los países de

Corea del Sur y Taiwán, 1 estudio fue realizado en Estados Unidos y el resto se realizó en 1 país europeo.

En promedio 40% de los estudios evidenciaron una asociación entre e uso de IBP y aparición de efectos adversos previamente no descritos con el uso de los IBP[46-48].

Los resultados de los ensayos clínicos incluidos se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de los ensayos clínicos incluidos en la revisión.

Patología	Revista, tipo de estudio, autor	País y año	Sujetos y origen	Medida de resultado	IBP utilizado, dosis diaria y tiempo	Conclusiones
Disbiosis esofágica	Park CH. Sci Rep. Estudio prospectivo, multicéntrico de un brazo. [49]	Korea, 2020	18 pacientes s mayores de 19 años, se sometieron a una endoscopia digestiva alta y biopsias, al inicio y luego de 8 semanas de terapia con IBP, y se realizó una secuenciación genética para identificar su la composición del microbioma	Antes de la terapia con IBP, la microbiota entre orofaringe y esófago, tenia una diferencia estadísticamente significativa (P:0.004), después de 8 semanas de uso de IBP, no había diferencias (P:0.140)	Esomeprazol 20 mg, 8 semanas	El uso de IBP en un periodo corto produjo cambios entre la microbiota orofaríngea y esofágica, haciendo que sean similares entre sí.
Eficacia de la terapia antiagregante	Eur J Gastroenterol Hepatol. Estudio, controlado aleatorizado. [50]	Dinamarca, 2017	Se incluyeron 2009 pacientes, sometidos a una intervención coronaria percutánea, que están recibiendo doble antiagregación plaquetaria (clopidogrel, ticagrelor, prasugrel), de estos 997 son asignados al grupo de estudio y 1012 al grupo control.	No se evidenció incremento del infarto de miocardio o cualquier causa de mortalidad. (13.3 vs. 14.4%), (P=0.51). Necesidad de endoscopia 5.4 vs 8%), P:0.026	Pantoprazol 40 mg, 1 Año	No existen mayores complicaciones cardiacas ni mortalidad en usuarios de IBP y agregantes plaquetarios. facilita el cumplimiento de la doble antiagregación plaquetaria. Existe menor incidencia de Angina y necesidad de endoscopia digestiva al usar IBP.

Mortalidad, Neumonía, Infección por *Clostridium difficile*	AmJ Nephrol. Estudio Randomizado Controlado, [51]	Suiza Dinamarca, Gales, Noruega, Finlandia, China, 2019	3291 pacientes admitidos en la unidad de cuidados intensivos	No existió diferencias significativas en la mortalidad a 90 días (P:0.69), tampoco en el desarrollo de neumonía ni infección por *Clostridium difficile* (p:0.24	Pantoprazol 40 mg IV, hasta su alta hospitalaria o máximo 90 días	Los IBP no se asocian a mayor mortalidad o incrementen la incidencia de neumonía o infección por *Clostridium difficile* en paciente críticos
Demencia	Gastroenterology. Estudio Randomizado Controlado. [3]	América del Norte y Europa, 2019	Se incluyeron 17598 pacientes con antecedente de enfermedad coronaria o arterial periférica, quien reciben dabigatrán y aspirina, de estos 8971 fueron asignados al grupo que recibió IBP	Se presentaron 55 eventos de demencia en grupo de estudio vs 46 en el grupo control (P: 0.36),	Pantoprazol 40 mg, hasta por 3 años	No se demostró una asociación estadística entre el uso crónico de IBP y el desarrollo de Demencia
Insuficiencia renal crónica	Gastroenterology. Estudio Randomizado Controlado. [52]	América del Norte y Europa, 2019	Se incluyeron 17598 pacientes con antecedente de enfermedad coronaria o arterial periférica, quien reciben dabigatrán y aspirina, de estos 8971 fueron asignados al grupo que recibió IBP	342 personas desarrollaron insuficiencia renal crónica: 184 en quienes reciben IBP vs 158 en el grupo control (P: 0.15)	Pantoprazol 40 mg, hasta por 3 años	No se encontró asociación entre el uso crónico de IBP y el desarrollo de enfermedad renal crónica
Microambiente de la mucosa gástrica	Adv Clin Exp Med. Estudio controlado Aleatorizado. [53]	Taiwan, 2017	Fueron incluidos 76 pacientes, 19 estaban usando los 3 meses previos IBP, y se sometieron a una endoscopia digestiva para evaluar la mucosa	En el grupo de usuarios de IBP, la infiltración de neutrófilos y atrofia gástrica fue menor que en el grupo	No se especifica el IBP, el tiempo de tratamiento fue de 3 meses	Los usuarios de IBP, presentaron niveles más bajos de infiltración por neutrófilos, y

			gástrica mediante biopsias.	control (P0.005) (P:0.023) respectivamente, no se evidenciaron diferencias en la metaplasia intestinal (P:0.548)		además menos atrofia gástrica, pero no se evidenciaron diferencias en la presencia de metaplasia que tiene mayor implicación que las anteriores en la progresión a estados neoplásicos
Homeostasis ósea	Gastroenterology. 2019, Estudio prospectivo, multicéntrico, doble ciego. [54]	Estados Unidos, 2019	Se incluyeron a 115 mujeres posmenopáusicas de entre 45 y 75 años, las cuales fueron asignadas a un grupo que recibió dexlansoprazol(n=38), otro esomeprazol(n=35) y otro placebo (n=41), luego del tratamiento con IBP se realizaron controles de su densidad mineral ósea hasta la semana 52	El recambio osea se mantuvo igual entre los 3 grupos. Existió un ligero incremento de CTX y P1NP en el grupo de los IBP, pero no llegó a superar el límite de la normalidad. No hubo cambios en los niveles de DMO en sangre o suero. Los niveles de PTH y AVC no Mostraron diferencias significativas.	Dexlansoprazol 60 mg, esomeprazol 40 mg, por 26 semanas	La relación causal entre los IBP y la alteración de la homeostasis ósea no puede explicarse por las vías clásicas que predisponen a facturas, la formación y reabsorción se mantuvieron intactas, por lo tanto no se justifica evaluaciones de la densidad ósea en usuarios de IBP.
Hipomagnesemia	Turk J Gastroenterol. 2017. Estudio prospectivo comparativo [55]	Kosovo, 2017	De 250 participantes, 209 concluyeron el estudio, el rango de edad fue de 18 a 65 años, y presentaban enfermedades degenerativas articulares y consumo AINES	No se encontraron diferencias en los niveles de magnesio entre los grupos (P:0.724), La hipocalcemia se presentó en 41 casos del grupo que tomaban IBP vs 6 casos del grupo control (P: 0.001)	Omeprazol 20 mg, esomeprazol 20 mg, lansoprazol 30 mg, pantoprazol 40 mg, durante 12 meses	No se encontraron diferencias en los niveles de magnesio en los usuarios de IBP, sin embargo se evidenció una marcada reducción del calcio y elevación de PTH

Cirrosis	Aliment Pharmacol Ther. Estudio Randomizado Controlado [56]	Italia, 2017	Se incluyeron 60 pacientes, con antecedente de cirrosis secundaria a hepatitis C, y fueron aleatorizados a distintos tipos de IBP, se midieron los niveles de PAA-C13 al inicio y a los 15 días	Los niveles de PAA-C13 no presentaron diferencias estadísticamente significativas con el uso de pantoprazol (P = 0.309) y rabeprazol (P = 0.286). al contrario de los otros IBP utilizados.	Omeprazol 20 mg, esomeprazol 20 mg, rabeprazol 20 mg, lansoprazol 15 mg, pantoprazol 40 mg. durante 15 días	Pantoprazol y rabeprazol deberían ser recomendados para pacientes cirróticos, ya que no interferiría con su actividad microsomal
Hierro y vitamina B12	Open Access Maced J Med Sci. Prospectivo observacional, Abierto. [57]	Kosovo, 2018	Se incluyeron 250 pacientes, 208 al grupo de IBP, se realizó una medición de ferritina, hierro y vitamina B12 al inicio del estudio y 12 meses después, el rango de edad fue entre 18 y 65 años, con antecedentes de osteoartritis y consumo de AINES	No se evidenciaron diferencias significativas en la aparición de hipoferritinemia (P:0.610) hipoferremia (P:0.148), hipovitaminosis B12(P:0.832)	Omeprazol 20 mg, esomeprazol 20 mg, lansoprazol 30 mg, pantoprazol 40 mg, durante 1 año	No se evidenciaron diferencias significativas en los niveles de hierro sérico luego de 1 año de uso de IBP

Abreviaturas. IV: intravenoso, P1NP: propéptido amino-terminal del procolágeno tipo 1, CTX: telopéptido carboxiterminal del colágeno tipo I sérico, DMO: densidad mineral ósea, PTH: paratohormona, AVC: absorción verdadera de calcio, AINES: antiinflamatorios no esteroideos, PAA-C13 Prueba del aliento con aminopirina - C13.

5 Discusión

Existen varios estudios acerca del uso de IBP y efectos adversos, lastimosamente la mayoría son de tipo retrospectivo, lo cual influye en su validez. Un reciente estudio realizado por Park y cols, determino que luego del tratamiento con IBP durante un lapso de 8 semanas, se dieron cambios entre el microbioma, orofaríngeo y esofágico, la principal limitación de este estudio fue el tamaño de la muestra, y la presencia de reflujo gastroesofágico como principal síntoma del que aquejaban estos pacientes. Tampoco se evaluó el microbioma a nivel gástrico, donde el IBP tiene más implicación.

Estos datos son similares a los reportados por Hojo y cols, quienes también determinaron cambios en el microbioma luego de 8 semanas de usar IBP, pero la evaluación de la microbiota se hizo en materia fecal, lo que no permitió identificar el órgano que sufrió la afección [58]. En el estudio de Bruno y cols, se determina que luego del uso de IBP, se produjeron cambios en el microbioma esofágico, el cual fue evaluado mediante biopsias y se determinó una composición a base de Firmicutes, Bacteroides y Proteobacterias, las cuales se caracterizan por producir nitrosaminas, que a su vez podrían favorecer el desarrollo de carcinoma esofágico [59].

Otro de los eventos adversos evaluados fue la inferencia de los IBP y sus posibles complicaciones cardiovascular es, ya que existe la teoría de interacción con los antiagregantes plaquetarios, y la competencia en las vías de su metabolismo enzimático, no se demostró mayor incidencia de eventos cardíacos, al contrario, se produjo una reducción en la incidencia de angina y necesidad de endoscopia por sangrado digestivo.

El reciente estudio; de los más grandes actualmente, evaluó el uso de IBP y su asociación con el incremento de la mortalidad, neumonía, o infección por Clostridium difficile en pacientes críticos [60]. Sin determinar incremento en la aparición de los eventos descrito, no se demostró asociación con ninguno. Estos datos no concuerdan con la investigación realizada en Estados Unidos, en veteranos de guerra, donde el uso de IBP se relacionó con un incremento de la mortalidad, siendo directamente proporcional al tiempo de uso, la principal limitación de esta investigación fue su modalidad retrospectiva y el hecho de que no se describe la causa de muerte. Otra investigación realizada por Shi y cols, con una muestra de más de 17.000 pacientes, tampoco

identifico relación entre el uso de IBP y mayor mortalidad en pacientes admitidos la unidad de cuidados intensivos. Otro metaanálisis multicéntrico realizado por un grupo de Taiwán y Estados Unidos, no encontró incremento del riesgo de neumonía asociado al uso de IBP, tuvo como limitante la heterogeneidad de los estudios incluidos, que podría llevar a sobreestimar los resultados [61].

Se postula que los IBP al reducir el ácido gástrico, reducen la capacidad defensiva del estómago, siendo más vulnerable a distintas bacterias entre las que destaca el Clostridium difficile. En los estudios de Cao y cols, se establece un riesgo incrementado de infección de Clostridium difficiley en aquellos consumidores de IBP, lo cual difiere de los datos obtenidos en esta revisión, la principal limitante fue que también se trataba de un estudio retrospectivo lo cual detalla el autor y recomienda que estos datos sean verificados a futuro en un estudio aleatorizado [62].

La teoría de que los IBP reducen los niveles de vitamina B12, se originó en modelos animales, específicamente en roedores, en los cuales se determinó una elevación del amiloide beta, lo que podría conducir a un daño neurológico y posterior aparición de demencia. El estudio presentado en la revisión no se encontró relación entre demencia y el uso de IBP, estos datos coinciden con los trabajos de Hussain y Li, [63], [64].

donde no hallo una relación entre los IBP y la posterior presencia de demencia, tampoco existe evidencia que respalde la asociación entre IBP y otros trastornos neurológicos como el Alzheimer.

Los posibles efectos a nivel renal han desencadenado que varios médicos y pacientes suspendan los IBP, por el miedo de un daño nefrológico permanente, sin embargo al evaluar la evidencia disponible, encontramos que la

gran parte de los estudios son de tipo observacional y retrospectiva, y recomiendan ser cautos con las interpretaciones de los datos, sugiriendo vigilar estrictamente la función renal durante la terapia con IBP, por el riesgo de complicaciones tanto agudas principalmente la nefritis tubulointersticial aguda como crónicas [65].

Esto difiere de los resultados del obtenidos en la revisión, donde no se encontró un incremento en la incidencia de lesiones renales crónicas, pero se destaca que las personas incluidas en el estudio tenían varias comorbilidades y estaban recibiendo terapia con rivaroxabán y aspirina, además el resultado podría verse alterado por distintas variables como: la tasa de filtrado glomerular, la proteinuria y las comorbilidades principalmente hipertensión arterial, insuficiencia cardiaca congestiva y diabetes mellitus.

El mecanismo por el cual los IBP, podrían influir en el metabolismo óseo no está del todo claro, se ha postulado, que la inhibición ácida interfiere en la absorción de calcio, el estudio incluido en la revisión no encontró suficiente evidencia que respalde esta teoría, además no se evidencio el incremento de fracturas, estos hallazgos son similares a los arrojados por otros autores como Lyu y cols, donde con una muestra de más de mil pacientes, no se evidencio un incremento del riesgo de fracturas en enfermos renales crónicos que consumen IBP de manera crónica [66].

En esta revisión no se encontró un incremento de hipomagnesemia en usuarios de IBP, sin embargo, se determinaron algunos problemas en el estudio que pudieron influir en el resultado final como la ausencia en la medición de niveles de vitamina D, el estado nutricional, además la baja de calcio presente en ambos grupos, pero con predominio en el grupo de estudio. No hubo diferencias entre los tipos de IBP utilizados. Estos datos se contradicen con los de Srinutta [67], donde determinan una relación directa dosis respuesta entre IBP e hipomagnesemia, la principal limitante fue la inclusión de únicamente estudios observacionales.

Por el mecanismo anteriormente pospuesto y su papel sobre el ácido también se ha relacionado a los Ibp, con el sobrecrecimiento bacteriano, lo que en pacientes cirróticos mediante migración bacteriana conduce o favorece episodios de descompensación como encefalopatía hepática o peritonitis bacteriana espontánea [68].

En el estudio de Janka y cols [69], quien determinó un riesgo incrementado de peritonitis bacteriana espontánea en quienes estaban bajo prescripción de IBP y tenían hepatopatía crónica. El estudio de Shi [70], encontró mayor incidencia de encefalopatía hepática, siendo ambos estudios retrospectivos y observacionales. El estudio incluido para la revisión se basó en la medición de aminopirina C-13, la cual es utilizada como una medida de función celular a nivel hepático, al verse afectado en un paciente con hepatopatía crónica podría generar diferentes complicaciones, por lo tanto se ha postulado indirectamente que este marcador elevado e usuarios de IBP, podría conducir a estados de descompensación en cirrosis, se determinó además, que los IBP más seguros para estos pacientes son el rabeprazol y el pantoprazol.

Otra preocupación con el uso de IBP, es la alteración de la absorción de diferentes nutrientes, planteando que los estados de aclorhidria o hipoclorhidria condujeran a un estado de absorción reducida de hierro y vitamina B12. No se encontró que esta asociación se cumpla ni que exista diferencias entre los tipos de IBP utilizados en el artículo , esto difiere otros trabajos el de Linder L. [71] y Damodharan S [72], ambos de tipo retrospectivo, quienes determinaron una reducción en los niveles de Hierro y vitamina B12, resaltan que los niveles de B12, se estabilizaron luego de un periodo de 3 años.

Conclusión

A partir de la implementación del método multicriterio neutrosófico se pudo clasificar las fuentes de información sobre el uso crónico de inhibidores de la bomba de protones. La investigación establece la

asociación entre el uso de IBP y su relación con el desarrollo de diferentes patologías a partir del estudio de las fuentes de información clasificados por el método neutrosófico.

Se se determinó que existe el riesgo de presentar tumores neuroendocrinos, derivados de la hiperplasia de las células enterocromafines por la reducción ácida, no se encontró un incremento en la presencia de lesiones displásicas o neoplásicas. Sin embargo, un estudio observacional de Trinh, reportó mayor incidencia de tumores neuroendocrinos, aunque con menor potencial maligno. El tiempo estimado para su aparición fue de 10 años de terapia con IBP, pese a que su incidencia es extremadamente baja, se debe tener un estricto control en personas que utilizan este medicamento desde temprana edad. No se ha determinado el periodo exacto entre los distintos tipos de IBP.

Al no existir un periodo definido tras el cual aparecen los efectos adversos, las recomendaciones actuales se enfocan en determinar si la prescripción del IBP tiene validez, y de ser esta razón validad aplicar estrategias que reduzcan su exposición como: desprescripción abrupta, o parcial, reducir la dosis a comenzar con el uso intermitente, dosis a demanda espontanea, dosis mínima eficaz, y considerar cambio hacia un anti H2 o antiácidos.

Referencias

[1] C. de la Coba Ortiz, A. Arias, M. d. A. de Prados, J. Gutiérrez, L. Rodríguez, O. Alonso, E. Rodriguez de Santiago, M. Rodríguez-Téllez, V. M. MI, and A. Castro, "Proton-pump inhibitors adverse effects: a review of the evidence and position statement by the Sociedad Española de Patología Digestiva," *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas: Organo Oficial de la Sociedad Espanola de Patologia Digestiva,* vol. 108, no. 4, pp. 207-224, 2016.

[2] V. Savarino, E. Marabotto, P. Zentilin, M. Furnari, G. Bodini, C. De Maria, G. Pellegatta, C. Coppo, and E. Savarino, "Proton pump inhibitors: use and misuse in the clinical setting," *Expert review of clinical pharmacology,* vol. 11, no. 11, pp. 1123-1134, 2018.

[3] D. S. Strand, D. Kim, and D. A. Peura, "25 years of proton pump inhibitors: a comprehensive review," *Gut and liver,* vol. 11, no. 1, pp. 27, 2017.

[4] S. Herbert, "The new science of management decision," *New York*, 1960.

[5] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.

[6] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

[7] E. B. F. Fincowsky, "Toma de decisiones empresariales," *Contabilidad y Negocios* vol. Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896, 2011.

[8] E. SCHEIN, "Process consultation," 1988.

[9] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[10] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[11] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[12] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[13] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[14] R. P. Alava, J. M. Murillo, R. B. Zambrano, and M. I. Zambrano Vélez, "PEST Analysis Based on Neutrosophic Cognitive Maps: A Case Study for Food Industry," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 21, no. 1, pp. 10, 2018.

[15] R. Bello Lara, S. González Espinosa, A. Martín Ravelo, and M. Y. Leyva Vázquez, "Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 2, pp. 52-65, 2015.

[16] C. F. M. DELGADO, P. J. M. VERA, and M. Nory Analidhia PINELA MORAN, *Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi*: Infinite Study, 2016.

[17] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[18] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[19] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[20] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[21] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[22] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[23] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[24] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[25] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[26] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[27] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.

[28] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.

[29] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.

[30] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[31] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[32] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[33] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[34] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[35] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.

[36] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[37] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[38] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[39] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[40] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[41] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[42] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[43] N. Hernández-Díaz, M. Yelandy-Leyva, and B. Cuza-García, "Modelos causales para la Gestión de Riesgos," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 7, no. 4, pp. 58-74, 2013.

[44] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, and R. I. John, "A model for enterprise architecture scenario analysis based on fuzzy cognitive maps and OWA operators." pp. 243-247.

[45] K. P. Teruel, M. Y. L. Vázquez, and V. E. Sentí, "Proceso de consenso en modelos mentales y aplicación al desarrollo de software ágil en bioinformática," *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED),* vol. 25, no. 3, pp. 317-331, 2014.

[46] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[47] J. Estupiñan-Ricardo, and K. de Mora-Litardo, "La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador," *Luz,* vol. 16, no. 1, pp. 104-112, 2017.

[48] J. M. B. García, J. E. Ricardo, and I. M. Villalva, "Acciones didácticas para la autorrealización física integral de los estudiantes de carreras agropecuarias," *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643,* vol. 7, no. 2, pp. 57-66, 2016.

[49] C. H. Park, S. I. Seo, J. S. Kim, S. H. Kang, B. J. Kim, Y. J. Choi, H. J. Byun, J.-H. Yoon, and S. K. Lee, "Treatment of non-erosive reflux disease and dynamics of the esophageal microbiome: A prospective multicenter study," *Scientific reports,* vol. 10, no. 1, pp. 1-11, 2020.

[50] B. E. Jensen, J. M. Hansen, K. S. Larsen, A. B. Junker, J. F. Lassen, S. E. Jensen, and O. B. Schaffalitzky de Muckadell, "Randomized clinical trial: the impact of gastrointestinal risk factor screening and prophylactic proton pump inhibitor therapy in patients receiving dual antiplatelet therapy," *European Journal of Gastroenterology & Hepatology,* vol. 29, no. 10, pp. 1118-1125, 2017.

[51] J. C. Schefold, M. Krag, S. Marker, A. Perner, J. Wetterslev, M. P. Wise, M. Borthwick, S. Bendel, F. Keus, and A. B. Guttormsen, "Outcomes of prophylactic pantoprazole in adult intensive care unit patients receiving dialysis: results of a randomized trial," *American journal of nephrology,* vol. 50, no. 4, pp. 312-319, 2019.

[52] P. Moayyedi, J. W. Eikelboom, J. Bosch, S. J. Connolly, L. Dyal, O. Shestakovska, D. Leong, S. S. Anand, S. Störk, and K. R. Branch, "Safety of proton pump inhibitors based on a large, multi-year, randomized trial of patients receiving rivaroxaban or aspirin," *Gastroenterology,* vol. 157, no. 3, pp. 682-691. e2, 2019.

[53] Y.-C. Peng, L.-R. Huang, H.-C. Ho, C.-S. Chang, S.-W. Lee, C.-C. Cheng, M.-C. Wen, H.-Z. Yeh, and S.-P. Ho, "The effect of proton pump inhibitors on the gastric mucosal microenvironment," *Advances in Clinical and Experimental Medicine: Official Organ Wroclaw Medical University,* vol. 26, no. 1, pp. 39-43, 2017.

[54] K. E. Hansen, J. W. Nieves, S. Nudurupati, D. C. Metz, and M. C. Perez, "Dexlansoprazole and esomeprazole do not affect bone homeostasis in healthy postmenopausal women," *Gastroenterology,* vol. 156, no. 4, pp. 926-934. e6, 2019.

[55] E. Bahtiri, H. Islami, R. Hoxha, A. Gashi, K. Thaçi, Ç. Karakulak, S. Thaçi, and H. Qorraj-Bytyqi, "Proton pump inhibitor use for 12 months is not associated with changes in serum magnesium levels: a prospective open label comparative study," *Turk J Gastroenterol,* vol. 28, no. 2, pp. 104-109, 2017.

[56] A. Rocco, D. Compare, C. Sgamato, P. Coccoli, P. Chiodini, and G. Nardone, "Impact of proton pump inhibitors on cytochrome P450 activity assessed by 13C‐aminopyrine breath test in patients with cirrhosis," *Alimentary Pharmacology & Therapeutics,* vol. 53, no. 5, pp. 608-615, 2021.

[57] H. Qorraj-Bytyqi, R. Hoxha, S. Sadiku, I. H. Bajraktari, M. Sopjani, K. Thaçi, S. Thaçi, and E. Bahtiri, "Proton pump inhibitors intake and iron and vitamin B12 status: a prospective comparative study with a follow up of 12 months," *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences,* vol. 6, no. 3, pp. 442, 2018.

[58] M. Hojo, T. Asahara, A. Nagahara, T. Takeda, K. Matsumoto, H. Ueyama, K. Matsumoto, D. Asaoka, T. Takahashi, and K. Nomoto, "Gut microbiota composition before and after use of proton pump inhibitors," *Digestive diseases and sciences,* vol. 63, no. 11, pp. 2940-2949, 2018.

[59] G. Bruno, P. Zaccari, G. Rocco, G. Scalese, C. Panetta, B. Porowska, S. Pontone, and C. Severi, "Proton pump inhibitors and dysbiosis: Current knowledge and aspects to be clarified," *World journal of gastroenterology,* vol. 25, no. 22, pp. 2706, 2019.

[60] Y. Xie, B. Bowe, T. Li, H. Xian, Y. Yan, and Z. Al-Aly, "Risk of death among users of proton pump inhibitors: a longitudinal observational cohort study of United States veterans," *BMJ open,* vol. 7, no. 6, pp. e015735, 2017.

[61] L. Shi, and D. Zhang, "Proton pump inhibitor use before icu admission is not associated with mortality of critically Ill patients," *The Journal of Clinical Pharmacology,* vol. 60, no. 7, pp. 860-866, 2020.

[62] F. Cao, C. Chen, M. Wang, H. Liao, M. Wang, S. Hua, B. Huang, Y. Xiong, J. Zhang, and Y. Xu, "Updated meta-analysis of controlled observational studies: proton-pump inhibitors and risk of Clostridium difficile infection," *Journal of Hospital Infection,* vol. 98, no. 1, pp. 4-13, 2018.

[63] S. Hussain, A. Singh, S. Zameer, M. C. Jamali, H. Baxi, S. O. Rahman, M. Alam, M. Altamish, A. K. Singh, and D. Anil, "No association between proton pump inhibitor use and risk of dementia: Evidence from a meta‐analysis," *Journal of gastroenterology and hepatology,* vol. 35, no. 1, pp. 19-28, 2020.

[64] M. Li, Z. Luo, S. Yu, and Z. Tang, "Proton pump inhibitor use and risk of dementia: systematic review and meta-analysis," *Medicine,* vol. 98, no. 7, 2019.

[65] C. H. Grant, K. A. Gillis, J. S. Lees, J. P. Traynor, P. B. Mark, and K. I. Stevens, "Proton pump inhibitor use and progression to major adverse renal events: a competing risk analysis," *QJM: An International Journal of Medicine,* vol. 112, no. 11, pp. 835-840, 2019.

[66] B. Lyu, K. E. Hansen, M. R. Jorgenson, and B. C. Astor, "Associations between proton pump inhibitor and histamine-2 receptor antagonist and bone mineral density among kidney transplant recipients," *American Journal of Nephrology,* vol. 51, no. 6, pp. 433-441, 2020.

[67] T. Srinutta, A. Chewcharat, K. Takkavatakarn, K. Praditpornsilpa, S. Eiam-Ong, B. L. Jaber, and P. Susantitaphong, "Proton pump inhibitors and hypomagnesemia: a meta-analysis of observational studies," *Medicine,* vol. 98, no. 44, 2019.

[68] L. Aguilera-Castro, C. Martín-de-Argila-dePrados, and A. Albillos-Martínez, "Practical considerations in the management of proton-pump inhibitors," *Rev Esp Enferm Dig,* vol. 108, no. 3, pp. 145-53, 2016.

[69] T. Janka, T. Tornai, B. Borbély, D. Tornai, I. Altorjay, M. Papp, and Z. Vitális, "Deleterious effect of proton pump inhibitors on the disease course of cirrhosis," *European journal of gastroenterology & hepatology,* vol. 32, no. 2, pp. 257-264, 2020.

[70] D. Shi, Z. Zhou, Y. Dai, X. Pan, and Q. Cao, "Proton pump inhibitor therapy and hepatic encephalopathy risk in cirrhotic patients: a systematic review with meta-analysis," *Clinical Drug Investigation,* vol. 39, no. 9, pp. 847-856, 2019.

[71] L. Linder, C. Tamboue, and J. N. Clements, "Drug-induced vitamin B12 deficiency: a focus on proton pump inhibitors and histamine-2 antagonists," *Journal of pharmacy practice,* vol. 30, no. 6, pp. 639-642, 2017.

[72] S. Damodharan, G. M. Raj, M. Sakthibalan, K. Dakshinamoorthy, and P. Muraliswaran, "Effect of long-term acid suppression therapy with proton pump inhibitors or H2 receptor blockers on serum vitamin B12 levels in elderly population," *Irish Journal of Medical Science (1971-),* vol. 190, no. 3, pp. 1213-1217, 2021.

Recibido: Mayo 17, 2022. **Aceptado:** Junio 04, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis aguda con malrotación intestinal

Neutrosophic multicriteria method for the evaluation of acute appendicitis with intestinal malrotation

Diana Lorena Jordán Fiallos[1] Rodrigo Estalin Ramos Sánchez[2] and Steban Alejandro Vaca Ortiz[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3818-2586.
E-mail: ua.dianajordan@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5422-0365
E-mail: plandes@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8067-4782
E-mail: ma.stebanavo13@uniandes.edu.ec

Resumen. La apendicitis aguda es la patología abdominal más común reportada con un 4-8% de visitas en los servicios de emergencia. Su diagnóstico se basa específicamente en la sintomatología del paciente, examen físico y radiológico, sin embargo, en ciertos casos se presentan posiciones anormales del apéndice complicando su diagnóstico y tratamiento oportuno. Dentro de estas se puede encontrar una variedad que es la apendicitis aguda de lado izquierdo que se asocia con dos tipos de anomalías congénitas, como son *situs inversus totalis* y malrotación del intestino medio. La malrotación intestinal es una anormalidad congénita de la rotación embriológica del intestino, que desarrolla: bandas de Ladd o una base mesentérica estrecha, que predisponen a obstrucción gastrointestinal. Se estima que más del 90% de pacientes se presentará en los primeros 12 meses de vida. En los recién nacidos, la malrotación se presenta con obstrucción aguda o vólvulo, sin embargo, en algunos pacientes pueden pasar desapercibidos. La presentación clínica en adultos, habitualmente se manifiesta de forma insidiosa durante el periodo postprandial con vómitos intermitentes, dolor abdominal, intolerancia alimentaria, peritonitis, entre otros, pudiéndose presentar como síntomas agudos sugestivos de oclusión intestinal. El tratamiento de elección para la MRI es la intervención quirúrgica electiva, con el procedimiento de Ladd, por laparoscopía o cirugía abierta, en la que se cauterizan fibras duodenales. En cuanto al manejo de pacientes asintomáticos se recomienda la corrección quirúrgica profiláctica en el caso de niños, y observación en adultos ya que la presentación aguda en éstos es muy rara.

Palabras Claves: Malrotación, apendicitis, anomalías congénitas.

Abstract. Acute appendicitis is the most common abdominal pathology reported with 4-8% of visits to emergency services. Its diagnosis is based specifically on the patient's symptoms, physical and radiological examination, however, in certain cases abnormal positions of the appendix occur, complicating its diagnosis and timely treatment. Within these, a variety can be found, which is left-sided acute appendicitis, which is associated with two types of congenital anomalies, such as situs inversus totalis and malrotation of the midgut. Intestinal malrotation is a congenital abnormality of the embryological rotation of the intestine, which develops: Ladd bands or a narrow mesenteric base, which predispose to gastrointestinal obstruction. It is estimated that more than 90% of patients will present in the first 12 months of life. In newborns, malrotation presents with acute obstruction or volvulus, however, in some patients it may go unnoticed. The clinical presentation in adults usually manifests itself insidiously during the postprandial period with intermittent vomiting, abdominal pain, food intolerance, peritonitis, among others, and may present as acute symptoms suggestive of intestinal obstruction. The treatment of choice for MRI is elective surgery, with the Ladd procedure, by laparoscopy or open surgery, in which duodenal fibers are cauterized. Regarding the management of asymptomatic patients, prophylactic surgical correction is recommended in the case of children, and observation in adults since acute presentation in these is very rare.

Keywords: Malrotation, appendicitis, congenital anomalies.

1 Introducción

La malrotación intestinal es la rotación anormal del intestino debido a defectos anatómicos por interrupción de cualquier estadío de la rotación normal del intestino. En general se considera de 1 en 6000 RNV. Es más reconocida en la infancia. En el desarrollo del intestino medio intervienen tres etapas [1], [2], [3].

Etapa I: Hernación del Intestino Medio (4 semana de gestación).
Etapa II: Retorno al Abdomen de las Asas herniadas (10 y 11 semana de gestación).
Etapa III: Fijación de las Asas Intestinales (12 semana de gestación).

Clínicamente el 40 a 50% de los pacientes tienen sintomatología en la primera semana de vida; el 64% en el primer mes de edad y el 90% en el primer año de vida. La malrotación intestinal puede ser sintomática o asintomática. Los pacientes que presentan sintomatología van a referir dolor abdominal agudo o intermitente crónico, vómito bilioso, disminución de peso, enfermedad Diarreica intermitente, estreñimiento crónico, sangrado digestivo bajo (SDB). En el paciente que no presenta la sintomatología clásica descrita anteriormente. El hallazgo es incidental, al estudiar otro tipo de patología asociada, como RGE, epigastralgia y problemas respiratorios, utilizando medios radiológicos contrastados (esofagograma) [4].
Existen varios métodos para el diagnóstico de ésta patología los cuales se aborda son:

1.- **Rx de Abdomen Simple:** Cámara Gástrica dilatada, Obstrucción Duodenal (signo de doble burbuja), obstrucción intestinal, vólvulos [3].
2.- **Serie Gastrointestinal (SGI):** Es el estudio de elección. La Posición del duodeno y unión duodeno-yeyunal (Ligamento de Treitz), normalmente se localiza a la izquierda de la línea media, en MRI la unión duodeno-yeyunal se localiza a la derecha de la columna, inferior al bulbo duodenal. En MRI con vólvulos hay obstrucción en la segunda o tercera porción del duodeno [5].
3.- **Enema de Bario:** Determina la localización del ciego y se debe utilizar cuando se tienen dudas en SGI. En caso de MRI el colon entero se encuentra a la izquierda de la línea media, el colon ascendente es generalmente corto y el ciego se ubica por arriba de la fosa ilíaca derecha o en cuadrante superior izquierdo (CSI) [3].
4.- **Ultrasonido de abdomen:** valora la posición de la arteria y vena mesenterica superior (AMS y VMS), normalmente VMS a la derecha de AMS. En MRI VMS corre anterior y a la izquierda de AMS [6].
5.- **Otros Estudios:** En el estudio de MRI también se utilizan el TAC y la RMN para determinar con mayor exactitud las estructuras anatómicas [4].

Para el diagnóstico quirúrgico varias literaturas han demostrado que la Laparoscopia Diagnóstica se ha utilizado con mayor frecuencia debido a su importancia para esclarecer dudas que se pueden presentar en los estudios radiológicos en lo referente a la longitud del mesenterio y posición de la unión duodeno-yeyunal o ceco-cólica [5].

El tratamiento en pacientes sintomáticos debe programarse para cirugía, pues las anormalidades son potencial riesgo de vólvulos del intestino medio. En el caso paciente asintomático, pero con manifestaciones clínicas de las otras patologías asociadas se debe hacer seguimiento de este paciente y valoración y manejo multidisciplinario, con la valoración previa de estudios radiológicos [2].

El tratamiento quirúrgico en MRI simple con presencia de bandas de Ladd se realizará un procedimiento de Ladd, y apendicectomía profiláctica. La MRI Complicada con vólvulos es una emergencia absoluta y realizará devolvulación en sentido contrario a las agujas del reloj, se valorará la integridad intestinal (isquemia o necrosis) y de acuerdo a los hallazgos se realizará o no resección intestinal. En éste punto se considerará la extensión del compromiso y en lo posible tratar de conservar la mayor longitud de intestino viable, evitándose su consecuencia final (Síndrome de intestino corto). Uno de los problemas luego de la cirugía de MRI, es la persistencia de los síntomas y con estudios posteriores se ha encontrado pseudo-obstrucción intestinal crónica idiopática [7], [6].

Basado en estos referentes, la presente investigación tiene como objetivo implementar un Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis aguda con malrotación intestinal.

2 Materiales y métodos

Los métodos cualitativos empleados en la ejecución del proceso investigativo son:

Inductivo– Deductivo: Este método parte de la observación del fenómeno específico que es objeto de estudio con la finalidad de que se puedan obtener conclusiones generales además se considera como un punto de inicio al problema planteado. Este método en la investigación se lo empleo en la recolección, análisis, de la información especializada sobre la apendicitis aguda en situs inversus[8-10].

Analítico- Sintético: Este método desarrolla una desintegración de los elementos que forman parte del fenómeno estudiado seguido de una síntesis de las partes analizadas para que se genere un nuevo conocimiento. Este método se lo aplico en el procesamiento de la información especializada donde se han considerado a los resultados más relevantes para ser presentados según los objetivos de la investigación[11-13].

2.2 Fuentes secundarias

Este tipo de fuentes se representan por contener datos que ya han sido recopilados previamente y cumplen un

objetivo distinto del que se busca cumplir en este tipo de investigación, en este caso de investigación se realizó una revisión de varios artículos científicos actualizados pertenecientes a revistas científicas indexadas de universidades y hospitales, con apoyo de bases de datos de Clinical Key y el buscador Google Académico[14, 15].

3 Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para para la evaluación de la apendicitis aguda con malrotación intestinal. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [8, 16]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre.Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [17], [18-20].

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para determinar apoyar la toma de decisiones sobre para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal[21-25]. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información, y procesamiento e inferencia [26, 27]. A continuación se describen las diferentes etapas del método[28-30]:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre la toma de decisiones y para determinar apoyar la toma de decisiones sobre para la evaluación de la apendicitis aguda con malrotación intestinal. El marco se modela a partir de los siguientes elementos[31-33]:

- Sea $E = \{e_1, , e_n\}, (n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, , ti_m\}, (m > 2)$ un conjunto de casos de análisis.
- Sea $C = \{c_1, , c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan la apendicitis aguda más malrotación intestinal.

Se utiliza un marco de información heterogéneo [34]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [35], [36, 37]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones[38, 39].

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad [40-42]. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1[43-46]:

$$P_j^i = \left\{p_{j1_1}^i, , p_{jh}^i\right\} \tag{1}$$

Donde:

P_j^i representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los casos de análisis r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las toma de decisiones sobre para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal[36, 47-49].

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para la toma de decisiones sobre la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal. [50, 51]. Para ello la información es unificada y agregada [52, 53].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [54]:

A partir de $S = \{s_0, , s_g\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar t + 1.

Se define para $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ y a,b,c ∈ [0, t], donde $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLSs.

Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \tag{2}$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a\,) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b\,) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c\,) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(St_j, a\,) + \; 0 \leq \Delta^{-1}(Si_j, b\,) + 0 \leq \Delta^{-1}(Sf_j, c\,) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [55].
Sea
$l_1 = \{(St_1, a\,), (Si_1, b\,), (Sf_1, c\,)\}$ a
2TLNN en L la función de puntuación y precisión en $l1$ se define como:

$$S(l1) = \Delta\left\{\frac{2t + \Delta^{-1}(St_1, a\,) - \Delta^{-1}(Si_1, a\,) - \Delta^{-1}(Sf_1, a\,)}{3}\right\}, \Delta^{-1}\big(s(l_1)\big) \in [0, t] \tag{3}$$

$$H(l1) = \Delta\left\{\frac{t + \Delta^{-1}(St_1, a\,) - \Delta^{-1}(Sf_1, a\,)}{2}\right\}, \Delta^{-1}\big(h(l_1)\big) \in [0, t] \tag{4}$$

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

a) Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T) .

b) Transformación de valores numéricos en [0, 1] al $F(S_T)$.

c) Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los casos de análisis.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [56], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso toma de decisiones para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal.

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los casos de análisis, esta clasificación permite priorizar los casos analizados con más valor.

El caso de análisis más significativo es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max\,\{(r_l, a_j), = 1,2,, n\}$. Los criterios se priorizan según este valor en orden decreciente.

3 Implementación del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis

La presente sección, describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal. Se realizaron tres estudios de caso aplicado a una organización para para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método[21, 57-59].

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$\mathrm{E} = \{\mathrm{e}_1,, \mathrm{e}_3\}$, que representan los 3 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$\mathrm{Cs} = \{\mathrm{Ps}_1,, \mathrm{Ps}_6\}$, de 3 Casos de análisis

A partir de la valoración de los

$\mathrm{C} = \{\mathrm{c}_1,, \mathrm{c}_7\}$ los cuales conforman los 5 criterios valorativos.

La diversidad en las presentaciones clínicas de los casos de análisis para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal toma como referencia el conjunto de criterios que puede caracterizar el padecimiento. La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para la evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal

No	Criterio
1	Dolor abdominal epigástrico progresivo e intenso
2	Signo de irritación peritoneal
3	Defensa y dolor a la palpación
4	Signo de Blumberg
5	Signo de Rousing y del talón izquierdo positivo

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [18, 53, 60].

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente fuerte (EB)	(1,0,0)
Muy muy fuerte (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy fuerte (MB)	(0.8,0,15,0.20)
fuerte (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente fuerte (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente bajo (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Bajo (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy bajo (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy bajo (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente bajo (EM)	(0,1,1)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre los casos de análisis, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T.

Tabla 3: Presentación de los resultados.

	e_1			e_2			e_3		
c_1	[0.70,0.25,0.30]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.70,0.25,0.30]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.70,0.25,0.30]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]
c_2	[0.8,0,15,0.20]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.70,0.25,0.30]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.2, 0.4]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]
c_3	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.70,0.25,0.30]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.1, 0.4]
c_4	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.8,0,15,0.20]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.8,0,15,0.20]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]
c_5	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.8,0,15,0.20]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.1]

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los casos de análisis. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19]. En este caso los vectores de ponderación W= (0.7, 0.8, 0.6, 0.5, 0.9).

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos.

Casos de análisis	Preferencias
Cs_1	[0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9]
Cs_2	[0.6, 0.8, 0.9, 0.6, 0.9]
Cs_3	[0.7, 0.8, 0.6, 0.9, 0.9]

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los casos de análisis con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 5: Resultados de la función de puntuación.

[0.7, 0.8, 0.6, 0.9, 0.9]	Cs_3
[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]	Cs_2
[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]	Cs_1

En el estudio de caso, la clasificación de los casos de análisis quedó recomendada como sigue:

$Ps_3 < Ps_2 < Ps_1$, siendo este el orden de casos con mayor evaluación de la apendicitis aguda más malrotación intestinal, y con los cuales debía aplicarse los protocolos definidos.

4 Resultados y discusión

Se encontraron varias presentaciones de casos concretos, que permitieron obtener información generalizada de valor científico referente al tema, junto a algunas revisiones que permitieron conciliar el conocimiento del diagnóstico de la apendicitis de presentación clásica respecto a la presentación en casos de Malrotación Intestinal.

Con resultados obtenidos se ha generado la siguiente discusion:

- La apendicitis aguda es una de las enfermedades intraabdominales más frecuentes y la principal urgencia quirúrgica abdominal. Usualmente, se presenta como un dolor sordo epigástrico o periumbilical, acompañado de náuseas o emesis, fiebre e hiporexia. Horas después, se irradia y se localiza en el cuadrante inferior derecho. No obstante, su presentación en el cuadrante inferior izquierdo es infrecuente, y puede relacionarse con dos defectos congénitos: situs inversus y rotación intestinal anormal. Por motivos del presente caso, nos enfocaremos en el último.
- La rotación intestinal anormal es un defecto congénito que se presenta en la rotación y fijación del intestino. Puede afectar entre 0,03 y 1 % de la población. Su diagnóstico en el adulto se hace, aproximadamente, en la mitad de la población que la padece. En los adultos, es común que sea asintomática. Sin embargo, su diagnóstico se hace principalmente en el servicio de urgencias, por presencia de dolor abdominal.
- La apendicitis aguda en el cuadrante inferior izquierdo es poco frecuente, ocurre hasta en 0,2 % de los pacientes adultos y puede llevar a confusiones en su diagnóstico. Por esta razón, es importante tener en cuenta los diagnósticos diferenciales del dolor abdominal en dicho cuadrante en la población adulta, como cólico renal, diverticulitis, quiste ovárico roto, epididimitis, hernia incarcerada o estrangulada, obstrucción intestinal, absceso del psoas o enteritis regional, entre otros.

Se han revisado algunos casos clínicos en los cuales hemos podido evidenciar lo siguiente:

La apendicitis en pacientes con mal rotación intestinal , tiene un grado más de dificultad al momento de realizar el diagnóstico de la patología debido a la variación de la localización, la sintomatología y los signos físicos difieren y estos pueden confundirse, por ejemplo en la revisión de casos que vamos a detallar a continuación podemos evaluar de mejor manera todos los desafíos que se presentan al presentarse esta asociación de patologías y cuan útiles son los exámenes de imagen para realizar el diagnóstico diferencial

Primer caso

Paciente de 23 años de edad de sexo masculino, sin antecedentes de importancia, con cuadro clínico de 12 horas de evolución, caracterizado por dolor abdominal epigástrico, progresivo y muy intenso, localizando en el flanco y la fosa iliaca izquierdo, asociado con hiporexia y múltiples episodios eméticos, al examen físico se encontró un paciente presentaba signos de irritación peritoneal, defensa y dolor a la palpación generalizada del abdomen, con predominio en fosa ilíaca izquierda, signo de Blumberg dudoso, y signos de Rovsing y del talón izquierdo positivos.

En los exámenes se encontró leucocitosis (21.500/mm3), neutrofilia (86 %) y proteína C reactiva de 16,3 mg/L. La ecografía de abdomen dentro de parámetros normales. En la TAC se observó que la tercera y la cuarta porción del duodeno no cruzaban la línea media, identificándose asas intestinales delgadas en el hemiabdomen derecho. La válvula ileocecal se encontraba en la fosa ilíaca izquierda, y el apéndice cecal estaba aumentado de tamaño e hipodenso, por lo anterior, se consideró el diagnóstico de rotación intestinal anormal, y apendicitis aguda izquierda, se realizó tratamiento quirúrgico con abordaje por línea media para realizar apendicetomía, sin complicaciones durante su postquirúrgico lo que nos indica que el verdadero desafío es el diagnóstico oportuno [61].

Segundo caso

Masculino de 49 años con historia de obesidad mórbida, colocación de banda gástrica por laparoscopía y tromboembolia pulmonar hace 7 años. Acude al servicio de urgencias por padecimiento de 24 horas de evolución,

caracterizado por dolor abdominal generalizado, predominantemente en cuadrante inferior izquierdo, súbito, distensión abdominal, náusea y evacuaciones pastosas. Al examen físico, se encontró afebril, deshidratado, con distensión abdominal importante, peristalsis disminuida, resistencia muscular involuntaria, dolor a la palpación y a la descompresión de la fosa iliaca izquierda. Bioquímicamente presentó: Leucocitos de 9.7 103/ml, neutrófilos del 70%. Sospecha diagnostica inicial de enfermedad diverticular, se solicitó Tomografía Abdominal con hallazgo de probable vólvulo sigmoideo vs malrotación colónica; debido a esto, se realizó colon por enema,

donde se confirmó malrotación colónica. En un nuevo análisis de la Tomografía se identificó apendicitis aguda , con retraso en el diagnostico y tratamiento aproximadamente por 8 horas. Se realizó apendicectomia, lavado de la cavidad abdominal y colocación de drenajes por vía laparoscópica, con hallazgos de apendicitis perforada en la fosa iliaca izquierda y peritonitis purulenta generalizada. Su evolución fue adecuada, egresando en el 4to día post operatorio por mejoría. El estudio histopatológico confirmó apendicitis aguda perforada [3].

Tercer caso

Femenino de 35 años, que acude por cuadro doloroso de abdomen de siete horas de evolución, caracterizado por dolor agudo tipo pungitivo en mesogastrio con irradiación a cuadrante inferior izquierdo de abdomen, que se ha incrementado en intensidad a lo largo de lasúltimas tres horas, acompañado de náusea y vómito en cinco ocasiones. Al examen fisico dolor a la palpación en mesogastrio y cuadrante inferior izquierdo, signo de Blumberg positivo,los laboratoriales mostraron: 12.500 x 10 3/µL leucocitos con 86% neutrófilos, se efectúa tomografía computarizada mostró: malrotación intestinal tipo II C/A en la clasificación modificada de Bill, además de apéndice cecal en fase edematosa/supurativa, localizadoen mesogastrio. Se efectuó laparoscopia resolviéndose el problema apendicular, difiriendo la corrección de la mal rotación intestinal mediante procedimiento de Ladd a un segundo tiempo quirúrgico. La evolución fue satisfactoria

Se puede evidenciar que en los tres casos clínicos el desafío fue llegar al diagnóstico de la patología y que el apoyo radiológico fue fundamental , con lo cual podemos evidenciar que en casos de duda diagnostica en los cuales nos encontramos ante un cuadro clínico confuso la TAC simple y contrastada de abdomen sigue siendo de elección para llegar a un diagnóstico correcto y para determinar las complicaciones del cuadro.

En el desarrollo del estudio no se encontró ningún tipo de limitaciones que impidan su ejecución, las principales fortalezas identificadas son un adecuado acceso a las fuentes secundarias. La utilidad de la ejecución del presente estudio permite que se analice dicha patología y sea considerada de importancia para su resolución.

Conclusión

La mal rotación intestinal , es una malformación congénita de frecuencia variable dependiendo la sintomatología que genere o no , esta se da alrededor de la décima semana de gestación cuando los intestinos regresan hacia la cavidad abdominal ,en el periodo embrionario , la misma que puede darse por una rotación o fijación anómalas del intestino , cuando genera síntomas con mayor frecuencia lo hace en la población pediátrica en mayor proporción dentro del primer año de vida , aunque hay múltiples reportes de casos en la etapa adulta o como hallazgos incidentales encontrados en cirugías de otras índoles

La rotación intestinal anormal en adultos se ha encontrado con mayor frecuencia en los últimos años, razón por la cual su conocimiento puede llevar a un diagnóstico oportuno que evitará complicaciones potencialmente mortales.

Los pacientes evaluados durante esta investigación mostraron una favorable recuperación postoperatoria al poco tiempo de ser dados de alta. El procedimiento quirúrgico con mejor resultado para asegurar el bienestar del paciente fue una apendicetomía laparoscópica ya que su evolución fue rápida y favorable.

Entre los principales síntomas que presentaron los pacientes fueron un dolor que inicio en epigastrio y se trasladó a fosa iliaca izquierda permitiendo el diagnóstico de apendicitis aguda.

La mejor manera de diagnosticar un caso de apendicitis aguda con mal rotación intestinal, es con la ayuda de exámenes de imagen principalmente la TAC, aunque también se puede realizar un diagnóstico intraoperatorio mediante la laparoscopia exploratoria, examen físico y exámenes de laboratorio.

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtuvo un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la apendicitis aguda con malrotación intestinal. La implementación del método propuesto, basó su funcionamiento en métodos neutrosóficos para modelar la incertidumbre

Referencias

[1] A. Castillo-González, M. Ramírez-Ramírez, H. Solís-Téllez, G. Ramírez-Wiella-Schwuchow, and M. Maldonado-Vázquez, "Apendicitis aguda en un paciente con malrotación intestinal," *Revista de Gastroenterología de México,* vol. 83, no. 3, pp. 356-358, 2018.

[2] B. Gallo Arriaga, J. Mora Constantino, O. J. Valles Pérez, O. C. Chamberlin Varela, M. Álvarez Rodríguez, and J. B. Andrade Aguilar, "Mal rotación intestinal y apendicitis aguda," *Acta médica Grupo Ángeles,* vol. 16, no. 4, pp. 371-373, 2018.

[3] G. Ramírez-Wiella-Schwuchow, M. Maldonado-Vázquez, H. Solís-Téllez, M. Ramírez-Ramírez, and A. Castillo-González, "Apendicitis aguda en un paciente con malrotación intestinal," *Revista de Gastroenterología de México,* vol. 83, no. 3, pp. 356-358, 2018.

[4] E. Hernando-Almudí, R. Cerdán-Pascual, C. Vallejo-Bernad, J. Martín-Cuartero, M. Sánchez-Rubio, and C. Casamayor-Franco, "Malrotación intestinal en adulto asociada a vólvulo intestinal," *Cirugía y Cirujanos,* vol. 85, no. 5, pp. 424-427, 2017.

[5] J. A. A. Cadenas, and M. de la Torre Espí, "Diagnóstico y tratamiento del dolor abdominal agudo (abdomen agudo) en Urgencias," *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Urgencias de Pediatría*, 2019.

[6] R. Febres-Ramos, and N. F. Diaz-Reyes, "Apendicitis aguda en malrotación intestinal. Reporte de caso," *Revista de la Facultad de Medicina Humana,* vol. 20, no. 4, pp. 720-726, 2020.

[7] I. P. L. Merino, J. J. P. Macías, and J. G. S. Sánchez, "Malrotación intestinal, cuadro agudo en paciente adulto," *Mediciencias UTA,* vol. 4, no. 1, pp. 48-54, 2020.

[8] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[9] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.

[10] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[11] J. Estupiñan-Ricardo, and K. de Mora-Litardo, "La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador," *Luz,* vol. 16, no. 1, pp. 104-112, 2017.

[12] J. M. B. García, J. E. Ricardo, and I. M. Villalva, "Acciones didácticas para la autorrealización física integral de los estudiantes de carreras agropecuarias," *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643,* vol. 7, no. 2, pp. 57-66, 2016.

[13] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

[14] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[15] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[16] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[17] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[18] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[19] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[20] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[21] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[22] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[23] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[24] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[25] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[26] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[27] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[28] R. P. Alava, J. M. Murillo, R. B. Zambrano, and M. I. Zambrano Vélez, "PEST Analysis Based on Neutrosophic Cognitive Maps: A Case Study for Food Industry," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 21, no. 1, pp. 10, 2018.

[29] R. Bello Lara, S. González Espinosa, A. Martín Ravelo, and M. Y. Leyva Vázquez, "Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 2, pp. 52-65, 2015.

[30] N. Hernández-Díaz, M. Yelandy-Leyva, and B. Cuza-García, "Modelos causales para la Gestión de Riesgos," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 7, no. 4, pp. 58-74, 2013.

[31] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, and R. I. John, "A model for enterprise architecture scenario analysis based on fuzzy cognitive maps and OWA operators." pp. 243-247.

[32] K. P. Teruel, M. Y. L. Vázquez, and V. E. Sentí, "Proceso de consenso en modelos mentales y aplicación al desarrollo de software ágil en bioinformática," *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED),* vol. 25, no. 3, pp. 317-331, 2014.

[33] M. L. Vázquez, R. E. Jara, C. E. Riofrio, and K. P. Teruel, "Facebook como herramienta para el aprendizaje colaborativo de la inteligencia artificial," *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643,* vol. 9, no. 1, pp. 27-36, 2018.

[34] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[35] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.

[36] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[37] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[38] M. Y. L. Vázquez, K. P. Teruel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Mapas cognitivos difusos para la selección de proyectos de tecnologías de la información," *Contaduría y administración,* vol. 58, no. 4, pp. 95-117, 2013.

[39] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.

[40] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[41] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[42] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[43] V. V. Falcón, M. d. R. A. Quinapanta, M. M. Y. Villacís, and J. E. Ricardo, "Medición del capital intelectual: Caso hotelero," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2019.

[44] J. R. V. Moya, G. A. Á. Gómez, C. V. Sánchez, and M. Y. L. Vázquez, "El liderazgo sincrónico en la transformación de la educación superior," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 139-146, 2021.

[45] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, "Resolucion de sistemas de ecuaciones lineales neutrosóficas mediante computación simbólica," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 15, pp. 41-46, 2021.

[46] M. Y. L. Vázquez, R. E. H. Cevallos, and J. E. Ricardo, "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 262-266, 2021.

[47] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[48] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[49] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

[50] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[51] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[52] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.

[53] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[54] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry,* vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.

[55] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüisticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.

[56] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[57] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[58] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[59] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[60] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.

[61] A. N. Villabona, L. I. Sorzano, H. M. Rodríguez, L. A. Espinosa, and S. A. Villabona, "Apendicitis aguda en paciente adulto con rotación intestinal anormal y defecto cardiovascular: presentación de caso y revisión temática," *Revista Colombiana de Cirugía,* vol. 33, no. 2, pp. 220-227, 2018.

Recibido: Mayo 18, 2022. **Aceptado:** Junio 06, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronco-neumonía bacteriana en terapia intensiva

Multicriteria neutrosophic method for the evaluation of risk factors and clinical aspects of bacterial broncho-pneumonia in intensive care units

Elsy Labrada González [1], Lina Neri Espinosa Pire[2] and María del Carmen Yabor Labrada[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6828-8675.
E-mail: ua.elsylabrada@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6498-473X
E-mail: ua.linaespinosa@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5391-7224.
E-mail: ma.mariadyl51@uniandes.edu.ec

Resumen. La Organización Mundial de la Salud define la neumonía por la presencia de signos respiratorios a la inspección y presencia de polipnea. Los factores de riesgo representan un importante papel, en la gravedad y muerte en las neumonías, especialmente la desnutrición por defecto. La investigación propuso un método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva. Se realizó una investigación descriptiva con enfoque cualitativo, a través de una revisión documental, con revisión sistemática de diferentes documentos científicos. Como conclusión se observó que la neumonía intrahospitalaria, o neumonía nosocomial, es un proceso inflamatorio pulmonar de origen infeccioso que surge durante la hospitalización, 48 horas después. Determinadas situaciones clínicas, facilitan la aparición de las neumonías. En los pacientes alcohólicos, aparecen infecciones anaeróbicas mixtas. Las neumonías por Gram- se producen en pacientes inmunodeprimidos y hospitalizados. Como principales factores de riesgo se encuentran: edad, sexo, estancia hospitalaria, comorbilidad, estado inmunológico, aspiración de secreciones orofaríngeas, traqueostomía, intubación endotraqueal prolongada con ventilación mecánica, cirugía intraabdominal, la antibioticoterapia previa, el tipo de infección.

Palabras Claves: bronconeumonía, terapia intensiva, factores de riesgo.

Abstract. The World Health Organization defines pneumonia by the presence of respiratory signs on inspection and the presence of polypnea. Risk factors play an important role in the severity and death of pneumonia, especially malnutrition by default. The research proposed a multicriteria neutrosophic method for the evaluation of risk factors and clinical aspects of bacterial bronchopneumonia in intensive care. A descriptive research with a qualitative approach was carried out, through a documentary review, with a systematic review of different scientific documents. In conclusion, it was observed that hospital-acquired pneumonia, or nosocomial pneumonia, is a pulmonary inflammatory process of infectious origin that arises during hospitalization, 48 hours later. Certain clinical situations facilitate the appearance of pneumonia. In alcoholic patients, mixed anaerobic infections occur. Gram-positive pneumonias occur in immunosuppressed and hospitalized patients. The main risk factors are: age, sex, hospital stay, comorbidity, immune status, aspiration of oropharyngeal secretions, tracheostomy, prolonged endotracheal intubation with mechanical ventilation, intra-abdominal surgery, previous antibiotic therapy, type of infection.

Keywords: bronchopneumonia, intensive therapy, risk factors.

1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la neumonía por la presencia de signos respiratorios a la inspección y presencia de polipnea. De forma más útil para orientar el tratamiento, algunos consideran neumonía cuando se constata fiebre, síntomas respiratorios o ambos e imágenes de infiltrados en la radiografía [1]. Los factores de riesgo representan un rol importante para la gravedad y muerte en las neumonías, especialmente la des-

nutrición por defecto [1].

Las neumonías son procesos inflamatorios agudos que afectan las zonas más dístales del sistema respiratorio: bronquiolos, alvéolos y/o tejido intersticial pulmonar o sea es la lesión inflamatoria infecciosa del parénquima pulmonar con extensión y compromiso variable de los espacios alveolares, vía aérea central (bronquiolos terminales y respiratorios) y el intersticio circundante. Es así como puede afectar en especial al alvéolo (neumonía alveolar) o al intersticio (neumonía intersticial) o ambos. Constituyen una de las principales causas de ingreso en las unidades de atención al grave, dependiendo en gran medida del agente etiológico, la intensidad y las enfermedades concomitantes, se han convertido en una de las primeras causas de muerte en el mundo [2, 3].

La clasificación de las neumonías según su aparición generalmente precede a un cuadro de gripe o el catarro común, presenta fiebre prolongada por más de tres días, alteración de la frecuencia respiratoria, por lo general aumenta; en recién nacidos hasta menos de tres meses: más de 60 por minuto, en lactantes: más de 50 por minuto, pacientes preescolares y escolares: más de 40 por minuto y en adultos: más de 20 por minuto. Hay un hundimiento o retracción de las costillas con la respiración, que se puede observar fácilmente con el pecho descubierto. Quejido en el pecho como asmático al respirar, tos con expectoración de mucopurulenta, existe una limitación respiratoria frecuente, así como dolor torácico de características pleuríticas que aumenta con la respiración profunda y con la tos. Puede o no haber hemoptisis y disnea. Además, puede acompañarse de compromiso del estado general (anorexia, astenia y adinamia). Dentro del examen físico general es probable encontrar taquicardia, taquipnea e hipotensión arterial, hipoxemia[4].

Hay cuatro mecanismos básicos en el sistema respiratorio relacionados con la hipoxemia, la reducción de la Po2 inspirada, la hipoventilación, el cortocircuito y el desequilibrio entre ventilación y perfusión. Las bronconeumonías graves, cursan con hipoxemia, donde la principal causa es el desequilibrio entre ventilación y perfusión; se acompaña de un gradiente (A-a) elevado pero el O2 complementario corrige la hipoxemia al aumentar el contenido de O2 de la sangre en las regiones con un índice reducido de ventilación y perfusión[5].

Cuando se plantea un síndrome de condensación pulmonar, es porque existen de forma clara evidencias clínicas y al examen físico del mismo. En la palpación existe disminución de la expansión y de la elasticidad torácica y aumento de las vibraciones vocales en el área afectada, donde se percute matidez en el tórax. En la auscultación hay disminución del murmullo vesicular (M/V) y estertores húmedos del tipo crepitantes [6].

El diagnóstico es básicamente clínico, pero se debe tener en cuenta que el número de procedimientos diagnósticos también va a depender fundamentalmente de la gravedad del episodio y la respuesta al tratamiento inicial. Los pacientes con un sistema inmunológico apto tendrán una buena condición clínica, en su mayoría en cuadro clínico cursara sin necesidad de ingreso. La mayoría de ellos, para su diagnóstico no requieren estudios microbiológicos ni de imágenes, radiografía de tórax (RX). En cambio, los pacientes que requieren ingreso, en el diagnostico se incluyen estudios de imágenes radiografía de tórax (Rx AP lateral) o tomografía computarizada detórax TAC y al menos dos hemocultivos.

La neumonía suele diagnosticarse por la presencia de un infiltrado en una radiografía de tórax o descartarse por la ausencia de dicho infiltrado. Una consolidación densa que abarca un segmento o un lóbulo del pulmón refleja muy probablemente una infección bacteriana aguda. No obstante, muchos pacientes con neumonía bacteriana presentan infiltrados radiológicos que no son claramente segmentarios. En una radiografía de tórax pueden pasar inadvertidas zonas pequeñas de consolidación alveolar, especialmente en las radiografías anteroposteriores obtenidas con un aparato portátil, aunque esas zonas pueden detectarse mediante la tomografía computarizada (TC), que es bastante más sensible. No obstante, en las TC de pacientes que no tienen neumonía se identifican a menudo pequeñas zonas de consolidación (aspecto de vidrio esmerilado) [6].

Los exámenes de laboratorio incluyen, biometría, donde la mayoría de los pacientes con neumonía bacteriana tienen más de 11.500 leucocitos/ml en el momento de su ingreso, y aproximadamente un tercio de los pacientes tienen más de 15.000 leucocitos/ml. Un recuento leucocito bajo no debe tranquilizarnos, ya que en las infecciones bacterianas fulminantes pueden obtenerse recuentos de 6.000 leucocitos/ml o menos. Cuando una infección bacteriana fulminante suprime el recuento leucocítico[6].

En otras ocasiones se observan aumentos leves e inespecíficos de las concentraciones séricas de bilirrubina, aminotransferasa y lactato deshidrogenasa (LDH). En las neumonías por Pneumocystis y por Histoplasma y en los pacientes con sida pueden observarse aumentos marcados de la concentración de LDH. Un aumento de la concentración sérica de procalcitonina eleva las probabilidades de que se trate de una infección bacteriana, mientras que su disminución contradice ese diagnóstico. Un 25% de los pacientes con neumonía bacteriana tienen una concentración de procalcitonina normal, y aproximadamente el 25% de los pacientes con un síndrome de neumonía pero sin signos de infección bacteriana tienen una concentración de procalcitonina elevada, de manera que no se puede utilizar esta prueba por sí sola para decidir el tratamiento [6].

Las vías respiratorias eliminan los exudados inflamatorios mediante la acción ciliar de las células que tapizan los bronquios y la tráquea, así como mediante el reflejo de la tos. El esputo está compuesto por este exudado (plasma, leucocitos y bacterias) con una proporción mayor o menor de saliva. La presencia de grandes cantidades de un mismo tipo de bacterias en una muestra inflamatoria que esté relativamente libre de células epiteliales

contaminantes debe hacernos pensar seriamente en ese microorganismo como el agente etiológico de la neumonía. Además de Gram de estas secreciones se puede indicar la prueba de inmunoadsorción ligada a enzimas ELISA[6].

La clasificación se basa en función del agente causal, área afectada del pulmón, en función del huésped y en función del ámbito en el que se adquirió la enfermedad y otras. Según el agente causal, las neumonías pueden ser:

- Neumonías bacterianas o clásicas: son producidas por Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae, Staphyloccus aureus, Klebsiella, Pseudomonas, Mycopplasma pneumoniae, Chlamydia, etc. Las producidas por Legionella pneumophila pueden ser particularmente virulentas
- Neumonías víricas: los agentes víricos más frecuentes que pueden ocasionar neumonía son el virus de la influenza A, el virus sincitial respiratorio y los virus de la parainfluenza 1, 2. El virus del Herpes raras veces produce neumonía salvo en los recién nacidos, mientras que los citomegalovirus son agentes causales en los enfermos inmunodeprimidos
- Neumonías por hongos: el Pneumocystis carinii y el Pneumocystis jiroveci pueden producir neumonías en sujetos inmunocomprometidos Según la zona afectada del pulmón, las neumonías pueden clasificar como neumonía lobar, bronconeumonía, neumonía necrotizante, absceso pulmonar y neumonía intersticial.

Según el huésped, se clasifican en: Neumonías adquiridas en pacientes inmunocompetentes y Neumonías en pacientes inmunodeprimidos.

Según el lugar de adquisición se las puede clasificar en:

- Neumonías Adquiridas en la comunidad o extrahospitalarias: es provocada por una gran variedad de microorganismos adquiridos fuera del ámbito hospitalario. Este tipo de neumonía se adquiere en el seno de la población en general y se desarrolla en una persona no hospitalizada o en los pacientes hospitalizados que presentan esta infección aguda en las 24 a 48 horas siguientes a su internación.
- Neumonías hospitalarias o nosocomiales: Ocurre a las 48 horas o más después de la admisión hospitalaria, se deben excluir las enfermedades que 28 se encontraban en período de incubación al ingreso. Este tipo de neumonías presentan mayor mortalidad que la neumonía adquirida en la comunidad.

Otras neumonías como:

- Neumonía por aspiración: es la que se produce en pacientes debilitados o inconscientes en los que partículas de material de la cavidad oral pueden penetrar en los pulmones
- Neumonía eosinofílica: se caracteriza porque el parénquima pulmonar se ve infiltrado mayoritariamente por eosinófilos, que ejercen un papel causal en la patogenia de la enfermedad, pero también por linfocitos y células plasmáticas.

Figura 1. Causas más frecuentes de síndrome de condensación inflamatoria.

NECESITAN HOSPITALIZACIÓN	**Poco frecuentes**
Frecuentes	*Nocardia*
Streptococcus pneumoniae	*Legionella*[*§]
Haemophilus influenzae	*Chlamydophila*[§]
Staphylococcus aureus	*Mycoplasma*[§]
Virus de la gripe,[†] otros virus respiratorios	Bacterias anaerobias
Cáncer de pulmón	Neumonía organizada criptógena, eosinófila y otras neumonías no infecciosas
Edema pulmonar	Sarcoidosis
Mycobacterium tuberculosis	Sarcoma de Kaposi
Pneumocystis jirovecii	Fiebre Q[‡]
Menos frecuentes	*Coccidioides immitis*[‡]
Moraxella catarrhalis	**EL TRATAMIENTO AMBULATORIO PUEDE SER ADECUADO**
Pseudomonas	*Streptococcus pneumoniae*
Klebsiella	*Mycoplasma pneumoniae*
Micobacterias no tuberculosas	*Haemophilus influenzae*
Histoplasma[‡]	*Chlamydophila pneumoniae*
Cryptococcus	Virus respiratorios[*]
Infarto pulmonar	

La edad del paciente y su condición inmunológica son factores que determinan en gran medida la fisiopatología, manifestaciones clínicas y radiológicas de la infección respiratoria. Como se pudo observar anteriormente, las neumonías pueden ser infecciosas o no infecciosas, agudas o crónicas, causadas por virus, bacterias, mico-

plasma, hongos, protozoos y rickettsias. Dentro de las causas no infecciosas, están el edema pulmonar, el cancer, las embolias y los infartos pulmonares, las vasculitis por ANCA[6].

Desde el punto de vista anatomo clínico se dividen en: Intersticiales, lobares o segmentarias y a focos diseminados [6]. Las neumonías constituyen un problema de salud mundial, según reportes de la OMS, esta es la principal causa individual de mortalidad infantil en todo el mundo, reportándose el 15% de los fallecidos por esta causa en niños menores de 5 años [1]'.

Algunos factores ambientales predisponen al ser humano a padecer ciertas neumopatías, algunas laborales, como las exposiciones laborales y químicas; otras no laborales como lugares cerrados, como el humo del tabaco (cáncer pulmonar), el gas radón (cáncer pulmonar) y la cocina rústica (enfermedad pulmonar obstructiva crónica), la atmosfera enrarecida por partículas que miden >10 μm de diámetro , las cuales afectan las vías respiratorias altas, por el contrario las que miden de 2.5 a 10 μm de diámetro afectan el aparato traqueobronquial superior, las partículas más pequeñas llegan hasta los alvéolos[5].

Otros factores predisponentes son la malnutrición , que debilita el sistema inmunitario; la ingesta excesiva de alcohol , que suprime el reflejo de la tos y altera la migración de los leucocitos; el tabaquismo, que favorece las secreciones pulmonares y deteriora la acción ciliar; los trastornos hepáticos o renales, que limitan la formación de anticuerpos y la función de los leucocitos; la diabetes mellitus, que limita la función de los leucocitos; y las deficiencias de inmunoglobulina de cualquier etiología. Se cree que la frecuencia casi 100 veces mayor de las neumonías bacterianas en adultos jóvenes que padecen el SIDA, se debe en gran medida a la producción de anticuerpos defectuosos[6].

Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), constituyen la primera causa de consulta médica y de morbilidad, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. La presencia de éstas es independiente de las condiciones de vida y del grado de desarrollo de un país. La diferencia no radica en el número de episodios sino en su gravedad, está en el mayor riesgo de adquirir una neumonía y morir [1]. En el Ecuador, en el año 2020, por neumonía fallecieron alrededor de 920 136 para un 15% del total de fallecidos menores de 5 años[7].

Las neumonías, corresponde a casi 10 a 15% de las infecciones nosocomiales y prolonga 10 días la duración de la estancia hospitalaria; su costo adicional es de 23 000 dólares y está vinculada con más muertes que cualquier otra infección en el cuerpo. De los pacientes que hacen uso de respirador mecánico, 5 a 10% desarrolla infecciones asociadas al uso del respirador [5].

En muchas ocasiones las neumonías intrahospitalarias en la Uci en tan asociadas al ventilador mecánico artificial, frecuentemente causada por microorganismos resistentes y no resistentes a múltiples fármacos; donde los más frecuentes son los anaeróbicos. El predominio de los diversos microorganismos patógenos depende de la estancia hospitalaria al momento de la infección [5].

Los factores predisponentes incluyen a las neumonías intrahospitalarias incluyen: la edad (prematuros y adultos mayores), estrato socioeconómico bajo, tabaquismo familiar, hospitalizaciones por otros motivos y riesgo de infecciones nosocomiales. Existen otros factores que pueden favorecer la presencia de infección pulmonar, dentro de los que destacan: defectos anatómicos congénitos, secuestro pulmonar, cuerpo extraño en la vía aérea, incoordinación faríngea y aspiración pulmonar, inmunosupresión, etc. Dependiendo de la edad y de las características del paciente se encontrarán diferentes etiologías y signos al examen físico que tienen mucha importancia en el enfoque diagnóstico e inicio de tratamiento precoz [6].

En condiciones normales, los pulmones están protegidos de las infecciones bacterianas por variados mecanismos que incluyen: filtración de partículas en las fosas nasales, prevención de aspiración por los reflejos de la glotis, expulsión de material aspirado por reflejo de tos, expulsión de microorganismos por células ciliadas y secretoras, ingestión de bacterias por macrófagos alveolares, neutralización de bacterias por sustancias inmunes, transporte de partículas desde los pulmones a través del drenaje linfático [8].

El diagnóstico de neumonía es fundamentalmente clínico, corroborándose el mismo por métodos de imágenes, como el más antiguo, la radiológica. En este sentido, el primer examen de laboratorio es la RX tórax, que permite confirmar la localización de la neumonía sospechada con el examen físico, cuantificar la extensión, y la presencia de complicaciones (derrame pleural, atelectasia, cavitación pulmonar, etc). Otros exámenes que nos orientan en las posibles etiologías (viral-bacteriana), y dentro de ellos se cuentan los estudios del esputo, investigando la existencia de virus respiratorios (Test Pack para virus respiratorio sincitial, Adenovirus), títulos serológicos (*Mycoplasma pneumoniae*), hemograma, velocidad de sedimentación (inespecíficos).

En el caso de existir derrame pleural es de vital importancia realizar una Toracocentesis para estudios, citológicos, citoquímicos y bacteriológicos, con cultivo del líquido y antibiograma, que nos facilite el tratamiento. Dentro de las complicaciones más frecuentes están las intratorácicas pulmonares, como atelectasia, absceso de pulmón, fistula broncopleural, edema agudo no radiogénico, neumatocele, y extrapulmonares. Las pleurales como empiema y engrosamiento pleural, en los bronquios la hiperreactividad bronquial y las bronquiectasias. Las complicaciones extrapulmonares incluyen, mediastinitis, miocarditis, endocarditis, insuficiencia cardiaca, neumomediastino, grandes adenopatías [5, 6].

La neumonía se produce cuando los mecanismos defensivos del aparato respiratorio se alteran o cuando la capacidad protectora de los mecanismos de defensa se ve sobrepasada por la existencia de un gran número de microorganismos virulentos. En la mayoría de los casos estos microorganismos alcanzan los pulmones por inhalación o por aspiración. Menos frecuentemente es resultado de una diseminación hematógena o de la inoculación directa por una herida penetrante [6].

Conviene distinguir entre esta aspiración de pequeñas cantidades de secreciones y la aspiración más grosera. La aspiración grosera se observa, por ejemplo, en personas que sufren convulsiones, en personas que se atragantan al vomitar o en aquellas personas que tienen muy mermado el reflejo del vómito debido al alcohol, las drogas o las alteraciones neurológicas. En estos casos, el síndrome clínico de la neumonía por aspiración incluye los efectos de los microorganismos y el material aspirados, así como los del ácido gástrico acompañante [6].

Las infecciones adquiridas en el hospital o nosocomiales (que se definen como las que no existían ni se estaban incubando en el momento del ingreso al hospital como ya se expresó anteriormente) y otras infecciones relacionadas con la atención hospitalaria aquejan a cerca de 1.7 millones de pacientes, con un costo de 28 000 a 33 000 millones de dólares y causan 99 000 muertes en los hospitales estadounidenses cada ano. Muchas de estas infecciones están relacionadas con pacientes inmunodeprimidos, las bacterias resistentes a los antibióticos, las superinfecciones micóticas y virales [5].

Las infecciones respiratorias se diseminan fácilmente en adultos y en los niños, cuando las manos de estos entran en contacto con secreciones nasales de una persona infectada. Estas secreciones cargadas de virus se propagan al tocarse la nariz o los ojos, los virus entran y producen una nueva infección, en menor frecuencia, esta proliferación viral se efectúa cuando un niño respira aire contaminado por microgotas expulsadas por la tos, el estornudo o el hablar con una persona infectada [9].

El tratamiento de la neumonía debe estar basado en el conocimiento del microorganismo causal y su sensibilidad a los antibióticos conocidos. Dicho tratamiento debe cubrir S. pneumoniae (incluido el resistente a penicilina), H. influenzae y M. catarrhalis. Además, la mayor frecuencia de bacilos gram negativos hace recomendable la cobertura de enterobacterias en pacientes debilitados y con deterioro funcional. La infección por P. aeruginosa debe cubrirse en pacientes de edad avanzada con factores de riesgo para la misma (presencia de bronquiectasias, tratamiento con corticoides, tratamiento crónico o prolongado (> 7 días en el último mes) con antibióticos de amplio espectro y malnutrición manifiesta) [4].

El tratamiento antibiótico para una neumonía adquirida en la comunidad con presentación típica consiste en amoxicilina, la claritromicina o la eritromicina; a los pacientes alérgicos a las penicilinas se les administra la eritromicina en vez de amoxicilina. En países donde las formas atípicas de neumonía adquiridas en la comunidad son cada vez más comunes, la azitromicina, la claritromicina y las fluoroquinolonas han desplazado a amoxicilina como tratamiento de primera línea. La duración del tratamiento ha sido tradicionalmente de siete a diez días [4].

Las infecciones hospitalarias son secundarias al efecto combinado de la flora del propio paciente y la presencia de dispositivos implantados en 25 a 50% de los casos. La educación intensiva, los paquetes de intervenciones basadas en evidencias y el uso de listas de verificación para facilitar el cumplimiento ayudan a reducir la frecuencia de estas infecciones, las infecciones de vías urinarias (UTI) ocupan alrededor de 30 a 40%, causadas por la instrumentación previa o por el uso de sonda vesical permanente [5].

Cerca del 50% de las infecciones asociadas a las adquiridas en medios hospitalarios, se asocian a UCI; en el 2007 según datos de la sociedad Europea de Medicina Critica mostro como 39% de las infecciones se vinculaban a UCI, Polonia con el 45% de los casos, Italia con el 16%; siendo la neumonía la más frecuente [4].

La neumonía intrahospitalaria es la segunda infección nosocomial en frecuencia y la más frecuente en las unidades de cuidados intensivos (UCI). Empieza a las 48 h de ingreso hospitalario. Entre las neumonías intrahospitalaria se encuentra la neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAV), está presente en pacientes tratados con ventilación mecánica (VM); debe aparecer después de comenzar ésta, pero lo más importante es la presencia de una vía respiratoria artificial en un paciente con neumonía intrahospitalaria [4].

Atendiendo al análisis previo del objeto de estudio, se definió como objetivo fundamental de la presente investigación, implementar un método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronco-neumonía bacteriana en terapia intensiva.

2 Materiales y métodos

Se realizó una investigación de descriptiva con enfoque cualitativo, a través de una revisión documental, con revisión sistemática de diferentes documentos científicos sobre el tema en cuestión, que estuvieran, disponibles en internet en cualquier idioma y a texto completo, con el mayor porcentaje en revistas de alto impacto y desde el 2018 hasta la fecha[10-13]. En los libros de los últimos 10 años, fundamentalmente, excepto en los textos clásicos[14-16].

El soporte ventilatorio constituye la principal razón para el ingreso de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos. El objetivo principal de la ventilación mecánica es la sustitución total o parcial de la función ventila-

toria, mientras se mantienen niveles apropiados de PO2 y PCO2 en sangre arterial y descansa la musculatura respiratoria. En la práctica clínica diaria, la decisión de ventilar mecánicamente a un paciente no debe establecerse según si éste satisface o no ciertos criterios diagnósticos, sino que debe ser una decisión fundamentalmente clínica, basada más en signos y síntomas de dificultad respiratoria.

La neumonía hospitalaria bacteriana, secundaria a la aspiración de flora bucofaríngea hospitalaria o endógena, la colonización con microorganismos potencialmente patógenos, como el uso previo de antibióticos, el equipo contaminado o una menor acidez gástrica; situaciones que aumentan el riesgo de aspiración como una sonda nasogástrica, la intubación endotraqueal o un estado de vigilia
apagado y las situaciones que reducen los mecanismos de defensa del hospedador en el pulmón, los extremos de la edad o cirugía de la parte superior del abdomen [5].

La neumonía adquirida en el hospital, la neumonía asociada al ventilador19 y la neumonía asociada a la asistencia sanitaria pueden cursar inicialmente con signos característicos, como fiebre, leucocitosis y esputo purulento, o con un aumento de las secreciones traqueales en un paciente intubado. A menudo resulta difícil interpretar las radiografías torácicas, aunque pueden mostrarnos la aparición o el agravamiento de infiltrados pulmonares. La concentración de oxígeno disminuye y puede producirse dificultad respiratoria aguda[6]. Existen dos tipos de respiraciones en los pacientes ventilados mecánicamente[4]:

1. Respiraciones obligatorias: cuando el respirador entrega el volumen establecido independientemente de la mecánica pulmonar y esfuerzos respiratorios del paciente. La duración de la inspiración y la espiración dependen de la frecuencia respiratoria y de la relación I/E establecidas. El respirador entrega el volumen a cualquier precio y si existen resistencias en vía aérea altas o la distensibilidad es baja se producirán presiones elevadas.
2. Respiraciones espontáneas: son iniciadas por el paciente y el respirador solo "ayuda" para que el volumen inspirado sea mayor. El respirador se comporta aquí como un generador de presión. Los modos de ventilación mecánica dependen de la manera de iniciarse la inspiración (asistida o controlada), manera de terminarse la inspiración (ciclado por tiempo, flujo o presión), forma del flujo, relación I/E y existencia o no de PEEP.

Debe iniciarse la Ventilación Mecánica Invasiva (VMI) inmediatamente que la evolución del paciente es desfavorable, cuando existe caída de sensorios, cansancio por dificultad en la mecánica ventilatoria, inquietud, agitación, confusión, coma, con el objetivo de brindar los beneficios de la VMI. Los efectos sistémicos de la ventilación mecánica dependerán del cambio en las presiones fisiológicas dentro del tórax. Dentro de los principales beneficios está:

1. Mejoría de la ventilación alveolar
2. Aumento de la oxigenación arterial
3. Adecuada inflación pulmonar al final de la inspiración
4. Aumento de la capacidad residual funcional
5. Reducción del trabajo respiratorio.

La ventilación mecánica se asocia a numerosas complicaciones, muchas de ellas posible. Entre las complicaciones se encuentran:

1. Lesión pulmonar inducida por el ventilador como consecuencia de la aplicación inadecuada de la ventilación mecánica, y abarca problemas tales como el traumatismo causado por una excesiva presión o el daño secundario al estiramiento mecánico del parénquima pulmonar.
2. Toxicidad por oxígeno La inhalación de altas concentraciones de oxígeno induce la formación de radicales libres: anión superóxido, peróxido de hidrógeno e ion hidroxilo, que ocasionan cambios ultra estructurales en el pulmón indistinguible de la lesión pulmonar aguda.
3. El atrapamiento aéreo por hiperinsuflación dinámica produce auto-PEEP o PEEP intrínseca, que se define como la PEEP que se genera como resultado del vaciado incompleto de las unidades pulmonares al final de la espiración.
4. Neumonía asociada al ventilador la presencia del tubo endotraqueal, más que la propia ventilación mecánica, la causante del desarrollo de la neumonía. Así, los pacientes que reciben ventilación no invasiva con presión positiva mediante mascarilla presentan una incidencia significativamente menor.
5. Problemas relacionados con la intubación endotraqueal que se las puede dividir en 3 ciclos:
    a. Durante la intubación: los traumatismos de las estructuras de la vía aérea alta, intubación del bronquio principal derecho. Broncoespasmo, aspiración de contenido gástrico, lesión medular cuando hay traumatismo de la columna cervical, hipoxemia, arritmias cardiacas

b. Mientras el tubo endotraqueal está colocado: ulceras y necrosis de tejidos blandos, granuloma laringotraqueal, traqueomalacia, fistula traqueoesofagica, necrosis de la mucosa traqueal, herniación del neumotaponamiento, rotura del neumotaponamiento, daño del balón piloto
c. Durante el proceso de extubación: ronquera, afonía, laringoespasmo, edema de glotis, estenosis laríngea, parálisis de las cuerdas vocales.

El tratamiento de Neumonía asociada a ventilación mecánica se debe tomar en cuenta ciertos principios antes de seleccionar el tratamiento antimicrobiano como el conocimiento de los microorganismos causales, los patrones de resistencia locales de la UCI, el programa para la selección de un esquema razonado de antimicrobianos, programa razonado para la suspensión de antibióticos. Si no existen factores de riesgo para el desarrollo de neumonía asociada a ventilador por microorganismos multidrogoresistentes, se debe seleccionar terapia empírica en forma temprana para Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae, Staphylococcus aureus meticilino sensible y bacilos Gram negativos entéricos no multidrogoresistentes. El uso de antibióticos en aerosol no ha demostrado tener valor en el tratamiento, pero puede ser usado como adyuvante para tratar microorganismos multidrogoresistentes [4].

En pacientes con infecciones por bacilos Gram negativos multidrogoresistentes como la Pseudomonas spp, debe utilizarse terapia combinada. Cuando existe factores de riesgo para el desarrollo de neumonía por microorganismos multidrogoresistentes, se requiere incluir en el esquema de acuerdo a la flora y a los patrones de resistencia locales una cefalosporina anti Pseudomonas (ceftazidima o cefepime), o un carbapenémico o un Beta lactámico con inhibidor de Beta lactamasas (piperacicilina/tazobactam), más una fluorquinolona antipseudomonas (ciprofloxacino o levofloxacino) o un amioglucósido (amikacina, gentamicina o tobramicina); evaluar la consideración de una mejor cobertura contra S. aureus meticilinoresistente. Las quinolonas deben considerarse como tratamiento de tercera elección en niños. Es importante abreviar el tratamiento antimicrobiano y no prolongarlo a 12 a 21 días. La mejoría clínica habitualmente se observa hasta las 48 a 72 horas por lo tanto no se debe realizar ningún cambio de tratamiento antes de este tiempo, por lo que la respuesta al tratamiento se debe evaluar a partir del tercer día[4].

La prevención se centra en primer lugar en la preparación del personal y en el cumplimiento de las normas de desinfección de las manos con alcohol. A los pacientes con microorganismos multirresistentes confirmados hay que aislarlos o, si eso no es posible, agruparlos con el objeto de reducir el riesgo de contaminación cruzada entre pacientes. Para reducir el riesgo de neumonía asociada al ventilador se puede elevar la cabecera de la cama del paciente, aspirar regularmente las secreciones subglóticas, permitir «descansos de sedación» a diario y valorar todos los días la posibilidad de extubar al paciente [6].

En Cienfuegos, Cuba, Capote Barrera presentó un caso, de bronconeumonía bacteriana intrahospitalaria *Staphylococcus aureus*, germen infrecuente y causante de un estado de infección respiratoria grave, especialmente si se trata de un germen multirresistente, donde se concluyó que este germen ,causante de infecciones respiratorias de forma infrecuente, evoluciona de forma grave , rápido y con mal pronóstico [17].

En Cuba, la primera causa directa de muerte en pacientes con infecciones nosocomiales está dada por la neumonía nosocomial, predominando en el sexo femenino que, junto a otras infecciones, constituyen un grave problema de salud en UCI [18].

Según reportes de INEC en cifras en el 2014 Ecuador ocupó el 5to lugar la mortalidad la influenza y neumonías (J10-J18) a nivel nacional con un total de 3.418 casos registrados, la tasa de mortalidad llegó a 21,33%[19]. En el año 2016, Ecuador, según reportes del MSP, se registraron 67.506 defunciones, de estas el 54,67% son hombres (36.905) y el 45,33% mujeres (30.601); la influenza y las neumonías se mantuvieron en el quinto lugar con 3487 casos y una tasa de 21,10, predominando en el sexo masculino. Se evidenció una discreta disminución con relación al 2014. La morbilidad, destaco a las neumonías por gérmenes no específicos en el cuarto lugar con 15,490 casos. De ellos en la zona 4 se reportaron más de 730 casos, por afecciones respiratorias altas, rinofaringitis aguda 81,713, con predominio del sexo masculino [7].

Con este estudio, se tiene la intención de realizar un análisis descriptivo de los factores de riesgo que favorecen el desarrollo de neumonía intrahospitalaria en UCI, sobre todo las relacionadas con la ventilación mecánica invasiva (VMI), constituyendo este grupo un importante aporte a la mortalidad por esta causa, por lo cual se considera necesario aplicar medidas preventivas y acciones encaminadas a reducir estos indicadores, tan desfavorables en el sistema de salud[20-22].

3 Método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva

El sistema propuesto está estructurado para soportar para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva[23-26]. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el cono-

cimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el contexto analizado (entradas, procesamiento y salidas)[27, 28].

Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar, los síntomas, enfermedades asociadas a la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva, las relaciones causales que poseen los síntoma y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.

El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva.

Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene la evaluación de los factores de riesgo.

El método para para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva, está conformado por cinco actividades (identificación de las incidencias, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a las incidencias, identificación de los síntomas y generación del diagnóstico) que son descritas a continuación[29-32].

Actividad 1 identificación de las incidencias: La identificación de las incidencias representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de incidencias que representan la base de inferencia [33-35]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones posibles.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las incidencias [36, 37]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas que se manifiestan. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	[1,0,0]
Muy muy buena (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy buena (MB)	[0.8,0,15,0.20]
Buena (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente buena (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente mala (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Mala (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy mala (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy mala (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente mala (EM)	[0,1,1]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [38], [39] de modo que[40, 41]:

$$M = \begin{bmatrix} \cdot\cdot & \overset{\cdot\cdot}{\underset{W_{ij}}{\underline{\quad}}} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \underline{\quad\quad} & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \\ \cdot\cdot & \cdot\cdot & \cdot\cdot \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j. C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte caulsalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las incidencias: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [42], [43]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifesta-

ción [14, 44, 45].

$$id_i = \sum_{i=1}^{n} \left\| I_{ji} \right\| \quad (1)$$

Actividad 4 identificaciones de las incidencias: la identificación de las incidencias es la actividad que consiste en determinar cuáles síntomas están presentes en los pacientes analizados [46, 47]. Para ello se entrevista al paciente y se determina la incidencia de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva [12, 13, 48]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas[27, 28].

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del síntoma (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del síntoma (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del síntoma (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del síntoma (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del síntoma (AP)

Actividad 5 generación del diagnóstico: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [49], [50], [51] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{i=1;\, j \neq i}^{n} A_i^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (2)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso k+1 de la simulación,

$A_i^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji}: es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y f (x) es la función de activación [52].

4. Implementación del método para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva. La neumonía intrahospitalaria (NIH), o neumonía nosocomial, es un proceso inflamatorio pulmonar de origen infeccioso que está ausente en el momento del ingreso hospitalario[53-56]. Este se desarrolla tras haber trascurrido más de 48 horas de este. Se denomina neumonía asociada al ventilador (NAV) al subgrupo de NIH que aparecen en pacientes con vía aérea artificial, llegando a representar más del 80% de las neumonías adquiridas en la unidad de cuidados intensivos (UCI)[57].

Actividad 1 identificación de las incidencias:

El proceso de selección de las incidencias representa las manifestaciones puede estar presente en varias enfermedades [58]. Para determinar las manifestaciones utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de las incidencias.

Nodo	Concepto
C_1	Mal manejo de las secreciones
C_2	Falta de prevención clínica
C_3	Factores de riesgos asociados
C_4	Presencia de Pseudomona y Estereptococos Meticilino resistentes
C_5	Presencia de inmunodepresión y hospitalización

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las incidencias se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso[27, 28].

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C_1	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.5, 0.25,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.75, 0.5,0.25]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.5, 0.25,0]	[0.5, 0.25,0]
C_3	[0.75, 0.5,0.25]	[0.5, 0.25,0]	[0, 0,0]	[0.5, 0.25,0]	[0.75, 0.5,0.25]
C_4	[0.75, 0.25,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.5, 0.25,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]
C_5	[0.75, 0.5,0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.5, 0.25,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificaciones de los pesos atribuidos a las incidencias:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1), Se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las manifestaciones. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a las incidencias

Criterios	Incidencias	Peso
C_1	Mal manejo de las secreciones	[0.58,0.85,0.80]
C_2	Falta de prevención clínica	[0.53, 0.85,0.80]
C_3	Factores de riesgos asociados	[0.5, 0.85,0.80]
C_4	Presencia de Pseudomona y Estereptococos Meticilino resistentes	[0.55, 0.85,0.80]
C_5	Presencia de inmunodepresión y hospitalización	[0.61,0.35,0.40]

Actividad 4 identificaciones de las incidencias:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las incidencias mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a las incidencias del paciente

Pacientes	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	[0.50,0.50,0.50]	[1,0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[[0.75, 0.5,0.25]	[1,0,0]

Actividad 5 generaciones del diagnóstico:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en los pacientes. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación donde se muestran las manifestaciones y su evolución[27, 28].

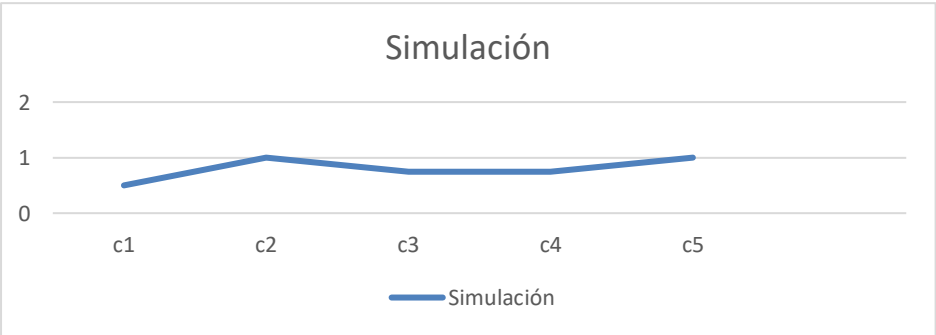


Figura 2: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una enfermedad. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 6: Peso atribuido a las incidencias

Pacientes A_1	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.58,0.85,0.80]	[1,0,0]	[0.23,0.35,0.40]
C_2	[0.53, 0.85,0.80]	[1,0,0]	[0.21, 0.5,0.25]
C_3	[0.5, 0.85,0.80]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.14, 0.5,0.25]
C_4	[0.55, 0.85,0.80]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.16, 0.5,0.25]
C_5	[0.61,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.24,0.85,0.80]
Índice			[0.63,0.65,0.50]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor donde el I= 0.63, para el caso analizado representa una alta evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva.

5 Resultados y discusión

La neumonía intrahospitalaria asociada a ventilación mecánica es considerada como una iatrogenia, pues el mal manejo de secreciones y falta de prevención clínica y terapéutica, son los principales factores de riesgo a partir de las 48horas de iniciada la intubación; siendo esta patología influenciada por el agente causal más común, entre ellos la Pseudomona y Estreptococos meticilino resistentes. En Ecuador no se han reportado estadísticas sobre la asociación de ventilación mecánica en el desarrollo de neumonías intrahospitalarias, más aún no se conoce cuáles son los principales factores de riesgo vinculados con este tema ni la población que suele estar más expuesta. Nuestro trabajo de forma retrospectiva observacional indirecta, y de manera analística descriptiva, pretender determinar cuál son los principales factores de riesgo clínicos para desarrollar esta complicación de la ventilación mecánica; demostrando que de los 200 pacientes analizados, el 58% fueron hombres con promedio de edad de 58.4 años, cuyo principal motivo de ingreso fue la enfermedad renal crónica 20% (con evolución clínica de 8.7 días domiciliarias), desarrollaron complicaciones sistémicas encasillándose en falla multiorgánica 44%, sepsis 42% y shock séptico 14%, siendo todos ellos criterios para proteger la vía área por mal patrón hemodinámico, de ellos todos presentaron infecciones compatibles con neumonía intrahospitalaria con cultivo de esputo positivo para Pseudomona (38%), Klepsiella (32%), Estreptococo (14%), con mortalidad de esta población del 72%[4].

Las neumonías son muy relevantes clínicamente, no solo por su elevada morbimortalidad (especialmente las infecciones intrahospitalarias causadas por gérmenes multirresistentes), sino también por el impacto en la calidad de vida, el aumento del gasto y el elevado consumo de recursos sanitarios.

Determinadas situaciones clínicas, que provocan alteraciones específicas en los mecanismos de defensa que producen asimismo tipos especiales de neumonía. Ej. Las neumonías estafilocócicas y neumocócicas son más frecuentes tras una infección vírica. En los pacientes alcohólicos, con periodontitis suelen observarse infecciones anaeróbicas mixtas por aspiración de material infectado[6].

Entre los agentes que reporta Espin Guerrero en su estudio, están Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, que representan los gérmenes con desarrollo de resistencia antibiótica más frecuente elevando la mortalidad de los pacientes con diagnóstico de NIC asociada a VMI.

Actualmente existe un incremento de las infecciones en las unidades de cuidados intensivos (UCI), de múltiples causa, aun conociendo que estas áreas de alto riesgo, dos a cinco veces mayor que otras áreas del hospital, por estar relacionadas con el uso de métodos invasivos: accesos vasculares, catéteres urinarios y tubos endotraqueales, entre otros procederes que incrementan de forma significativa el riesgo de adquirir infecciones nosocomiales [59].

Las neumonías por bacilos Gram negativos se producen casi siempre en pacientes inmunodeprimidos y hospitalizados los cuales suelen presentar colonización orofaríngea por estos gérmenes [6]. Dentro de los principales factores de riesgo, según señala la OMS, están la inmunodepresión, en los pacientes lactantes se debe considerar la alimentación mixta, con deficiencias en la lactancia materna, la malnutrición o desnutrición, la comorbilidad, en los niños las infecciones por VIH o sarampión. También se describen, factores ambientales como la contaminación del aire interior ocasionada por el uso de biomasa (cocinas con leña o excrementos) también utilizados como combustible para calentar el hogar; hacinamiento; el tabaquismo activo o pasivo [1].

En la actualidad, según informes de estudios médicos basados en evidencias, se puede afirmar que el cuidado de pacientes con riesgos y la aplicación precoz de medidas diagnóstico-terapéuticas, donde se incluyen el tratamiento antibiótico y el soporte hemodinámico adecuado, mejora de manera significativa las infecciones intra-

hospitalarias y la supervivencia de los pacientes.

Se conoce, que las infecciones nosocomiales son ocasionadas por la flora intrahospitalaria y, en ocasiones, condicionadas por el microbiota del personal de salud y del mismo paciente. Es un problema de gran importancia clínica y epidemiológica, debido a que generan altas tasas de morbilidad y mortalidad, favoreciendo además el aumento de la estadía hospitalaria lo cual encarece el dispendio de los recursos económicos [18].

Actualmente, hay un incremento multifactorial de las infecciones en las unidades de cuidados intensivos (UCI). Constituyen áreas de alto riesgo, dos a cinco veces mayor que otras áreas del hospital, por estar relacionadas con el uso de métodos invasivos: accesos vasculares, catéteres urinarios y tubos endotraqueales, entre otros procederes que incrementan de forma significativa el riesgo de adquirir infecciones nosocomiales [18].

Es de comprender que la aspiración del contenido orofaríngeo es un proceso frecuente y que en proporción el número de neumonías que se producen es relativamente bajo, lo cual indica una notable eficiencia de los mecanismos defensivos del aparato respiratorio del huésped[6].

Una de las principales causas de las neumonías en UCI es la infección nosocomial (NN), causada por microorganismos multirresistentes, causantes de altas tasas de mortalidad, por lo cual deben utilizarse diferentes estrategias de prevención de la NN , con el objetivo de reducir los factores de riesgo, mayormente relacionadas con estas, como la estancia hospitalaria, edad, comorbilidad, estado inmunológico, aspiración de secreciones orofaríngeas, la traqueostomía, la intubación endotraqueal con ventilación mecánica (VMA) , cirugía intraabdominal, la antibioticoterapia previa, los métodos invasivos, todos relacionados con la aparición de estas infecciones [60] [61, 62].

Según reportes de Miranda Pedroso, en un estudio a 168 pacientes, aplicado en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico “Doctor León Cuervo Rubio”, de Pinar del Río, Cuba, donde se reportó que el factor de riesgo para las NN predominante , fue la edad mayor a 65 años 138 (82,14 %) , del sexo femenino 90(57,57 %) y el germen aislado fue la Pseudomonas aeruginosa en secreciones respiratorias 54 (32,14 %)[61].

Cabrales Mora [63], estudió 94 pacientes, que desarrollaron neumonía durante su internación, donde el 21,3% pertenecían a la tercera edad, 58,5% masculinos, diagnosticados al ingreso de enfermedades quirúrgicas y complicaciones de la cirugía el 21,3%, con una estadía hospitalaria de 5 a 10 días y se aisló Klebsiella pneumoniae en el 31,9% y Acinetobacter en el 27,7%.

Pozo Hernández [64]realizó un estudio a 20 profesionales de enfermería, aplicando una encuesta para evaluar el nivel de conocimientos sobre los factores de riesgo de las neumonías asociadas a la ventilación mecánica (NAVM), reportando que el 80% consideró que la principal causa fue la intubación endotraqueal, el 100% aseguró que la re-intubación y la intubación prolongada. El 55% de los profesionales de enfermería no realizan a pacientes entubados una adecuada higiene bucal y el 75% mantienen al paciente en posición semifowler, decúbito que previene las broncoaspiración de secreciones orales y abdominales.

Según reporte de Fernández Ferrer et al, en un estudio sobre el choque séptico en 59 pacientes críticos del. Hospital “Joaquín Albarrán”, La Habana, Cuba. 2013, la principal causa de este fenómeno fueron las infecciones respiratorias causadas por klebsiellasp y tratados con cefalosporinas de tercera generación[18].

Portocarrero realizó un estudio en 135 pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Hospital Guayaquil donde en el 98% se aislaron gérmenes Gram negativas, predominando la Pseudomonas aeruginosa y Klebsiella pneumoniae, y Gram positivos como el Estaphilococos y Estreptococos. Dentro de los principales factores de riesgo descrito por este autor, está el sexo masculino con 56,3%, la edad mayor a los 50 años, el antecedente de una intervención quirúrgica en el 43% de los ingresos, la ventilación mecánica y el uso de entubación endotraqueal en el 67%. Se procedió con métodos invasivos en la vía aérea y aspiración en circuito cerrado en el 16% de los pacientes, y aspiración con sonda de succión abierta en el 36%. El tratamiento con antibióticos previos estuvo presente en más del 35%. La estancia entre 6 y 10 días con VMA la se encuentra en el 27% del total de pacientes[65].

Según Jauregui Rojas et al, [66]en su estudio aplicado en 84 pacientes con edad ≥ 18 años, con diagnóstico de neumonía asociada a ventilación mecánica en el Hospital Alta Complejidad Virgen de la Puerta (HACVP) y Hospital Belén de Trujillo (HBT) durante el periodo de enero-2014 a diciembre-2019, se encontró, que el 57,1% (24) tenían una edad mayor o igual a 65 años, el sexo masculino predominó con 69,0% (n=29). Como factores de riesgo para NN describen, la edad, uso de antibioticoterapia previa de amplio espectro, uso de sonda vesical, tiempo de uso de sonda vesical y postoperado de cirugía abdominal, con niveles de significancia (p) es menor que 0,05, concluyendo que el tiempo de uso de sonda vesical por más de 7 días sin recambio constituyen un factor de riesgo para adquirir Pseudomonas aeruginosa multirresistente.

Espin Guerreo et al, reporta en su estudio, a 200 pacientes ingresados, en UCI, que los factores de riesgo asociados al desarrollo de infecciones nosocomiales en el área de UCI, se tiene que analizar el tiempo de hospitalización, edad mayor, el tipo y tiempo de acceso vascular y demás procedimientos invasivos (ventilación mecánica, sonda uretral, transfusiones de hemoderivados, toracotomía, traqueotomía, gastrostomía, nutrición paracentral, etc.) , asociándose estos factores con el 42,5% de las infecciones nosocomiales y de neumonía intrahospita-

laria asociada a ventilación mecánica. Este estudio evidenció que de los 200 pacientes analizados, el 58% fueron hombres con promedio de edad de 58.4 años, cuyo principal motivo de ingreso fue la enfermedad renal crónica 20% (con evolución clínica de 8.7 días domiciliarias), desarrollaron complicaciones sistémicas encasillándose en falla multiorgánica 44%, sepsis 42% y shock séptico 14%, siendo todos ellos criterios para proteger la vía área por mal patrón hemodinámico, de ellos todos presentaron infecciones compatibles con neumonía intrahospitalaria con cultivo de esputo positivo para Pseudomona (38%), Klepsiella (32%), Estreptococo (14%), con mortalidad de esta población del 72%. [4].

Conclusión

La investigación propuso un método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los factores de riesgo y aspectos clínicos de la bronconeumonía bacteriana en terapia intensiva. La neumonía intrahospitalaria (NIH), o neumonía nosocomial, es un proceso inflamatorio pulmonar de origen infeccioso que surge durante la hospitalización, 48 horas después.

Determinadas situaciones clínicas, facilitan la aparición de las neumonías, como: las neumonías estafilocócicas, neumocócicas y en los pacientes alcohólicos, suelen aparecer infecciones anaeróbicas mixtas.

Las neumonías por bacilos Gram negativos se producen casi siempre en pacientes inmunodeprimidos y hospitalizados.

Los principales factores de riesgo, según los diferentes investigadores estudiados esta: la estancia hospitalaria, edad, sexo, comorbilidad, estado inmunológico, aspiración de secreciones orofaríngeas, la traqueostomía, la intubación endotraqueal prolongada con ventilación mecánica (VMA), cirugía intraabdominal, la antibioticoterapia previa, los métodos invasivos de oxigenación, el tipo de infección.

Los principales factores de riesgo, en los pacientes lactantes, son la malnutrición o desnutrición, la comorbilidad y los niños con alimentación mixta.

Referencias

[1] OMS, "Organización Mundial de la Salud " *Organización Mundial de la Salud*, 2021.

[2] M. Á. S. V. Liudmila Carnesoltas Suarez, Rosario O'Farrill Lazo, "Factores de riesgo y mortalidad por neumonía intrahospitalaria en la Unidad de Terapia Intensiva de Ictus," *MED LINE/PUB MED,* vol. 5637, Marzo, 2013.

[3] D. M. C. S. A. L. Dr. MSc. Andrés M. Rodríguez Acostaa, Dr. Juan C., "Evaluación clínica temprana del tratamiento de neumonías y bronconeumonías en Terapia Intensiva Cardiovascular," *Sociedad Cubana de Cardiología. Corsalud,* vol. 2, no. 7, abril, 2015.

[4] D. A. ESPÍN GUERRERO, and J. M. ONOFRE JÁCOME, "REPOSITORIO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA," *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS.* , 2018.

[5] Harrison, "HARRISON. MANUAL DE MEDICINA," *HARRISON. MANUAL DE MEDICINA*, Mexico: Mac Graw Hill, 2013.

[6] R. Cecil, *Compendio de Medicina Interna*, Barcelona: Elsevier, 2014.

[7] E. MSP, "Ministerio de Salud Publica ." *Secretaria de Vigilancia de Salud publica . Direccion Nacional de Vigilancia Epidemiologica.*, 2020.

[8] H. Guyton AC, "Tratado de Fisiología Médica.," *Tratado de Fisiología Médica. Ventilación Pulmonar*, Mexico: McGraw, 1996.

[9] C. J. Saavedra Alvarado, "INTERVENCIONES DE ENFERMERÍA EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON BRONCONEUMONÍA. HOSPITAL BÁSICO DR. RAFAEL SERRANO LÓPEZ. 2018.2019," *UNIVERSIDAD ESTATAL LA PENINSULA. SANTA ELENA*, https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4859, [JUNIO 10, 2019].

[10] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[11] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[12] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[13] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[14] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[15] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.

[16] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[17] A. Capote Barreras, R. C. Barletta Farías, and L. Chamizo Marques, "Bronconeumonía severa por Staphylococcus aureus: A propósito de un caso," *Ciencia y Tecnología*, 2019.

[18] A. Fernández Ferrer, A. Hernández Ruiz, L. Pérez Verea, and M. M. Benedi García, "Redalyc.org," *Principales características del choque séptico en pacientes críticos. Hospital "Joaquín Albarrán", La Habana, Cuba.2013*, 2018.

[19] INEC, "Ecuador en cifras.Compendio Estadistico 2014," *Ecuador en cifras*, 2014.

[20] J. Estupiñan-Ricardo, and K. de Mora-Litardo, "La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador," *Luz,* vol. 16, no. 1, pp. 104-112, 2017.

[21] J. M. B. García, J. E. Ricardo, and I. M. Villalva, "Acciones didácticas para la autorrealización física integral de los estudiantes de carreras agropecuarias," *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643,* vol. 7, no. 2, pp. 57-66, 2016.

[22] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

[23] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[24] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[25] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[26] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[27] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[28] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[29] V. V. Falcón, M. d. R. A. Quinapanta, M. M. Y. Villacís, and J. E. Ricardo, "Medición del capital intelectual: Caso hotelero," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2019.

[30] J. R. V. Moya, G. A. Á. Gómez, C. V. Sánchez, and M. Y. L. Vázquez, "El liderazgo sincrónico en la transformación de la educación superior," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 139-146, 2021.

[31] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, "Resolucion de sistemas de ecuaciones lineales neutrosóficas mediante computación simbólica," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 15, pp. 41-46, 2021.

[32] M. Y. L. Vázquez, R. E. H. Cevallos, and J. E. Ricardo, "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 262-266, 2021.

[33] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[34] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[35] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[36] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[37] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[38] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.

[39] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[40] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[41] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[42] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.

[43] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 19, no. 1, 2018.

[44] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[45] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[46] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[47] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[48] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[49] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA*: Springer Verlag, 2010, p.^pp. Pages.

[50] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica,* vol. 3, no. 36, 2019.

[51] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil,* vol. 18, no. 2, 2018.

[52] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.

[53] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[54] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[55] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[56] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[57] ELSEVIER, "Neumonía intrahospitalaria: factores de riesgo, profilaxis y tratamiento," *ELSEVIER*, 2018.

[58] C. Danienson, "Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación," *Serie Documental de Preal*, no. No.51, 2011.

[59] L. Pérez Verea, A. Fernández Ferrer, and Y. Olivera Reyes, "Infecciones nosocomiales y resistencia antimicrobiana," *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*, pp. 1-17, 2019.

[60] E. Diaz, i. Martin Loeches, and V. Jordi, "Neumonía nosocomial," *Science Direct. enfermedades infecciosas y microbiología Clínica.* , pp. 692-698, 2013.

[61] R. Miranda Pedroso, "Neumonía asociada a la ventilación mecánica artificial," *Infomed. Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*, 2019.

[62] C. E. Sarmiento Robles, W. S. Jiménez León, C. R. Bello Vinueza, and Y. Piedra Paladines, "Neumonía asociada al ventilador, epidemiología, patógenos y factores de riesgo.," *Journal of American Health.*, 2021.

[63] M. Cabrales Mora, and O. A. Fonseca, "Neumonía asociada al ventilador en una unidad de cuidados intensivos," *Infomed. Revista cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*, 2017.

[64] C. E. Pozo Hernández, Z. R. Nazate Chuga, and J. R. Morillo Cano, "Factores de riesgo que originan neumonía asociada a ventilación mecánica invasiva en pacientes de cuidados intensivos Hospital Delfina Torres de Concha, 2020," *Scopus, Universidad y Sociedad*, pp. 416-425, 2021.

[65] A. J. Portocarrero Betancourt, and E. G. Sabando Fajardo, "Factores de riesgo de la neumonía intrahospitalaria en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Guayaquil Dr. Abel Gilbert Pontón 2017-2018," *BOLETIN DE MALARIOLOGÍA Y SALUD AMBIENTAL*, pp. 73-83, 2020.

[66] P. Jáuregui Rojas, G. Vásquez Tirado, R. Rodríguez Montoya, and J. Albínez Pérez, "Factores de riesgo para infección por pseudomonas aeruginosa multirresistente en pacientes con neumonía asociada a ventilación mecánica de la unidad de cuidados intensivos. Estudio multicéntrico," *Scielo Perú. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 2021.

Recibido: Mayo 19, 2022. **Aceptado:** Junio 07, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para evaluar la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho

Analytical Hierarchical Neutrosophic Analytical Process for Evaluating the Guarantee of Motivation in a Constitutional State under the Rule of Law

Juan Alberto Rojas Cárdenas[1] Edmundo Enrique Pino Andrade[2] Mesías Elías Machado Maliza[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Puyo. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9026-4402.
E-mail: up.juanrojas@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Puyo. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4381-8788
E-mail: up.edmundopino@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Sede Puyo. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5815-1093
E-mail: ur.mesiasmachado@uniandes.edu.ec

Resumen. La motivación es inherente a la actividad jurisdiccional, su naturaleza se limita a las normas ordinarias debiendo considerarse en un sentido más sustancial, comunicando a las partes aspectos tantos positivos como negativos de los cuales parte la decisión del juez a la hora de emitir una sentencia, esto mediante una estructura lógica, doctrinaria, jurídica y lingüística. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método basado en Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para evaluar la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho. La modalidad de investigación es bibliográfica-documental a través de normas y cuerpos legales, así como libros y publicaciones en relación al tema de la motivación y su naturaleza. De esta forma fue posible concluir que la motivación es algo más complejo que involucra muchos aspectos del razonamiento del juez tanto en hecho y derecho para el desarrollo adecuado de una decisión judicial.

Palabras Claves: garantía, lingüístico, naturaleza, motivación.

Abstract. The motivation is inherent to the jurisdictional activity, its nature is limited to the ordinary rules and should be considered in a more substantial sense, communicating to the parties both positive and negative aspects from which the judge's decision is based when issuing a sentence, this through a logical, doctrinal, legal and linguistic structure. This research aims to develop a neutrosophic method to assess the guarantee of motivation in a constitutional state of law. The research modality is bibliographic-documentary through norms and legal bodies, as well as books and publications in relation to the subject of motivation and its nature. In this way it was possible to conclude that the motivation is something more complex that involves many aspects of the judge's reasoning both in fact and in law for the proper development of a judicial decision.

Keywords: guarantee, linguistic, nature, motivation.

1 Introducción

La constitución vigente en Ecuador, promulgada en el año 2008 dio un giro total al modelo estatal que regía al Ecuador, convirtiéndose en un estado constitucional de derechos y justicia. El alcance de esta nueva carta magna prioriza los derechos de las personas, naturaleza y colectividades así como de los grupos indígenas que conforman al Estado Ecuatoriano, formando un espacio de garantías y principios que sirven como mecanismos encaminados a demostrar la soberanía del pueblo ante el órgano regulador de justicia.

La constitucionalidad basada en la democracia del Estado se enfoca en respetar los derechos y principios establecidos en la constitución para una eficaz administración de justicia, encaminadas en la legalidad , la tutela judicial efectiva y el debido proceso, mecanismos mediante los cuales se observa el control y la organización de los órganos jurisdiccionales y de sus funcionarios, su labor, observancia y apego a los principios y derechos establecidos en la constitución durante la realización de los procesos para los cuales poseen competencias.

El rol del juez es un tema muy importante porque en el recae la facultad de ejercer justicia por medio de sus decisiones, mismas que no podrían llevarse a cabo sin un proceso en el cual se ventilen y practiquen pruebas, así

como se justifiquen de manera jurídica cada una de sus actuaciones y pretensiones respetando las garantías del debido proceso. Por tal motivo el papel del juez siempre será observado con total detenimiento en cada una de sus diligencias; cada fallo o auto que emita deberá ser motivado de manera adecuada, pues además de ser una de las garantías que establece la constitución, también es uno de los requisitos para justificar sus decisiones en cuanto a todo trámite que se suscite dentro de un proceso, siendo esta una garantía de que quienes se encuentren dentro de una *litis* tengan la seguridad de que las decisiones y actos realizados se encuentren estipulados según manda la constitución, es decir respetando el principio de legalidad.

2 Materiales y métodos

La presente investigación se realizará desde un enfoque crítico, mediante una investigación documental, de carácter cualitativo, mediante la modalidad bibliográfica, a través de normas y cuerpos legales, así como libros y o publicaciones en relación a la motivación como garantía constitucional. Además del estudio teórico, se observará la realidad de las redacciones correspondientes a las motivaciones en decisiones jurisdiccionales.

2.1 Preliminares

La naturaleza de la motivación es más que enunciados jurídicos, es la manera en la cual el juzgador comunica, cómo y cuáles han sido los aspectos por los cuales ha tomado su decisión, la estructura desde los antecedentes, el procedimiento y las diligencias realizadas durante el proceso, así como su convicción psicológica, conocimientos y análisis lógicos encaminados a demostrar la capacidad para motivar y poder transmitir su contenido a las partes, mostrando la importancia de la motivación no solo como una decisión justificada, sino como una garantía de la soberanía de los ciudadanos frente a los órganos estatales.

El estado ecuatoriano es un estado constitucional de derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico. Es un estado garantista y la constitución es la norma suprema en la cual se encuentra prescrito tanto derechos como obligaciones en favor de llevar una convivencia sana, productiva y armónica.

Su soberanía recae sobre el pueblo quien tiene la libertad de participar en asuntos en los cuales se consideren pueden afectar sus derechos sean estos personales o reales, así también como elegir de manera libre quienes serán sus gobernantes y poder estar al tanto de todas sus actuaciones de manera transparente y participativa.

Su forma de gobierno se encuentra dividida en cinco poderes los cuales son el poder ejecutivo, legislativo, judicial, electoral y de transparencia y control social, pues se consideraba que un estado en donde sus poderes se encuentren divididos es más posible el control y vigilancia sobre sus actos por parte de los ciudadanos, atribuyendo garantías de que el manejo y las actuaciones de cada poder serán conforme a derecho, visibles, accesibles de conocimiento pues así lo manifiesta el artículo 1 de la Constitución de la República:

Art. 1.- El Ecuador es un Estado constitucional de derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico.
Se organiza en forma de República y se gobierna de manera descentralizada. La soberanía radica en el pueblo, cuya voluntad es el fundamento de la autoridad, y se ejerce através de los órganos del poder público y de las formas de participación directa previstas en la Constitución [1].

En un estado constitucional de derechos, la Constitución es la norma suprema, misma que se considera como base para la modificación o creación de las demás normativas pues ninguna deberá ir en contra de los derechos establecidos en la constitución o en Tratados Internacionales.

La constitución tiene un papel muy importante dentro del ordenamiento social y jurídico, pues establece principios y garantías que tutelan los derechos de los ciudadanos sean estos colectivas o individuales, los principios se consideran garantías del estado establecidas para que se respete lo que determina la ley. El más alto deber del estado consiste en respetar y hacer respetar los derechos humanos, garantizando a sus habitantes el libre y eficaz goce de sus derechos, de tal manera que es responsabilidad directa de las autoridades y de todos los miembros de gobierno.

La constitucionalidad ha intervenido en las adecuaciones de las leyes dentro de las normativas vigentes como incluir garantías en favor del respeto y cumplimiento de los derechos de las personas en un ámbito social y jurídico. Esto refiere a la serie de principios establecidos dentro de los ordenamientos jurídicos como la garantía del debido proceso y sus principios, así como las garantías constitucionales.

Dentro del debido proceso establecido en el artículo 76 de la Constitución se hace mención de manera taxativa a la motivación como uno de los requisitos más importantes en una resolución, auto o sentencia dictada por un juez, siendo causa de nulidad, sanción y hasta destitución su inobservancia o falta de motivación, considerándose también una garantía por la cual se evidencia cuáles fueron las actuaciones durante todo el proceso, las normas jurídicas aplicables y la justificación que llevo al juzgador a tomar su decisión , el mismo que debe ser basado en derecho y en un razonamiento lógico.

La garantía de la motivación afirmó su valor con las reformas democráticas que se dieron con la caída de los

regímenes autoritarios, medidas adoptadas como fuentes normativas tenemos casi todos los códigos procesales del *civil law* a partir del siglo XIX en el que se contenía la obligación de motivar la sentencia en el ámbito civil sobre todas las disposiciones que determinaba el juez pero no se establecía aun dicha obligación dentro de un rango constitucional, medidas adoptadas por más legislaciones.[2]

Además, la motivación serviría para que las partes puedan impugnar la sentencia mediante la revisión de los fundamentos de esta manera se fundamenta la concepción democrática del ejercicio del poder por el cual quien ejerce esa facultad debe presentar la justificación de las modalidades que utilizo para emitir su decisión.

En la redacción de una sentencia el juez debe considerar que sus argumentos serán sometidos a análisis tanto por las partes como de los abogados quienes se encuentran en la disponibilidad de poder entender y comprender sus motivos, pero también de visualizar el control sobre el ejercicio del poder jurisdiccional.

La administración de justicia es una tarea compleja, por un lado, constituye la manifestación visible de la normativa del derecho establecido en las normas que regulan las conductas de las personas y por otro lado, es la encargada de su aplicación, por ello mantiene una subordinación que vigila la interrelación e interacción de los operadores de justicia y de quienes se encuentren dentro de un litigio, la observancia de cada actuación procesal por quienes son los encargados de impartir justicia debe ser evidente durante la realización de los procesos judiciales así mismo como los principios y garantías que están establecidos dentro de los cuerpos normativos con el fin de precautelar el adecuado cumplimiento de cada etapa u acto procesal y el cumplimiento del debido proceso como garantía de las partes.

En todo proceso en el que se determinen derechos y obligaciones de cualquier orden, se asegurará el derecho a la tutela judicial efectiva y el derecho al debido proceso esto es una serie de garantías que se encuentran estipuladas en la constitución que tiene supremacía en todo el sistema jurídico.

Los funcionarios públicos están en la obligación de acatarse al cumplimiento estricto del debido proceso respetando el principio de legalidad en sus actuaciones frente al derecho de las personas, observar que dentro de todo proceso se cumpla con los principios y garantías del debido proceso.

La Corte Constitucional del Ecuador en la Sentencia n.° 001-10-SEP-CC, caso n.°00315-09-EP, ha señalado sobre el debido proceso: el debido proceso conlleva un mínimo de presupuestos y condiciones para tramitar adecuadamente un procedimiento y asegurar condiciones mínimas para la defensa, constituyendo además una concreta disposición desde el ingreso al proceso y durante el transcurso de toda la instancia, para concluir con una decisión adecuadamente motivada que encuentre concreción en la ejecución de lo dispuesto por los jueces. Ha definido, por tanto, a este derecho como el "conjunto de principios a observar en cualquier procedimiento, no solo como orientación sino como deber, destinado a garantizar de manera eficaz los derechos de las personas.[3]

La motivación de las sentencias puede conceptualizarse como la exposición realizada por el tribunal de las razones que sustentan su decisión, destinada a justificar ante las partes y la sociedad en general cuál ha sido el razonamiento seguido para arribar a determinada solución.

La motivación debe tomar en consideración los problemas desde un orden cronológico y teórico para de esta manera tomar una decisión respecto a la controversia que se suscite, pero para poder motivar es necesario no solo el fundamentar de manera normativa sino el saber justificar la decisión.

El papel del juzgador dentro del sistema judicial debe tener una formación muy rigurosa y sobre todo adaptarse a los cambios y situaciones que se ameriten ya que el derecho es mutante y se actualiza de acuerdo a los problemas de la sociedad. El juez debe exponer las razones por la cual tomo una decisión mostrando cuales fueron las buenas razones que lo motivaron y el por qué deben ser aceptadas como válidas.

El artículo 67 de la Constitución de la República numeral 7, letras L, manifiesta:

> "l) Las resoluciones de los poderes públicos deberán ser motivadas. No habrá motivación si en la resolución no se enuncian las normas o principios jurídicos en que se funda y no se explica la pertinencia de su aplicación a los antecedentes de hecho. Los actos administrativos, resoluciones o fallos que no se encuentren debidamente motivados se considerarán nulos. Las servidoras o servidores responsables serán sancionados."[4]

De tal manera que si no existe una motivación conformada por enunciados jurídicos y una justificación del caso puede causar una nulidad de la resolución o sentencia violentando el debido proceso provocando una sanción al funcionario que inobservó o que dicha motivación carece de fundamentos para sostener su tesis. Ali Lozada Prado al hablar del papel del juez constitucional en un estado constitucional manifiesta [5]:

"Existe un vínculo indisoluble, prácticamente, incluso, una equivalencia, entre argumentación jurídica y justicia, y en consecuencia entre estas dos y los derechos fundamentales, tres caras de una misma realidad: el Estado constitucional. La argumentación jurídica y su conexión con los derechos fundamentales y la justicia, se resumen en tres aspectos:

- Primero: argumentar es una forma específica del uso de lenguaje que consiste en sostener una tesis o pretensión dando razones para ello. Se distingue, así, de otras maneras en que usamos el lenguaje, como narrar, alabar, insultar, informar, ordenar, etc.
- Segundo: una argumentación presupone uno o varios problemas o cuestiones que suscitan, precisamente, la necesidad de ofrecer razones a favor de una tesis determinada. Esto es de la máxima importancia teórica y práctica, implica, por un lado, que no tiene sentido argumentar si no hay, como punto de partida, al menos un problema o cuestión.
- Tercero: el argumentar puede concebirse como proceso o como producto. Es decir, como la actividad encaminada a resolver el problema planteado; o bien, como el resultado de esa actividad, o sea, las premisas, la conclusión y la inferencia que condujo a esta.[6]

2.2 La motivación y la perspectiva sociológica del estado

Las teorías viejas que derivan de las fuentes del derecho, doctrina y jurisprudencia que han sido sostenidas por la cultura, han servido como puntos de partida para el desarrollo de nuevas teorías y con ellos un avance en el área jurídica, han reflejado que el papel del juez como intermediario es muy importante, no solo en el área del conocimiento de las leyes sino también por sus valores y ética.

Es la figura del juez con sus valores e ideologías lo que se convierte en un objeto de la investigación sociológica. El estudio del derecho, su proceso, aplicación hasta su resolución en sentencia se ha venido estudiando desde diferentes doctrinas y líneas de investigación en especial desde un aspecto sociológico, pues la función del juez y la naturaleza de sus decisiones se consideran como un fenómeno social, en el sentido que muchas de las decisiones servirían como jurisprudencia y con esto la construcción de modelos cada vez más elaborados, capaces de describir con bastante precisión el proceso que lleva a la decisión entendida así como fallas o lagunas de ley que pudiesen haberse omitido en ese entonces y actualmente ya han sido considerados y puestos en práctica.

2.3 La naturaleza de la motivación

La motivación ha sido estudiada y reconocida desde un aspecto jurídico considerándose como un fenómeno netamente jurídico, dejando excluido definiciones tradicionales que amplían su concepto, reduciendo la importancia del fondo en sí de la motivación. Esto es la estructura lógica que el juez debe considerar desde los hechos, así como el proceso, las pruebas y las diligencias realizadas para poder estructurar una base de la cual sostenerse y poder motivar la sentencia, y por otro lado dentro de esta estructura lógica poder analizar desde un aspecto axiológico es decir los juicios de valor que el juez ha cumplido durante el camino para tomar su decisión, los mismos que deben ser expresados y justificados dentro de su emisión.

2.4 Contenido de la sentencia escrita

El artículo 95 del Código Orgánico General de Procesos manifiesta, que la sentencia escrita contendrá:

1. La mención de la o del juzgador que la pronuncie.
2. La fecha y lugar de su emisión.
3. La identificación de las partes.
4. La enunciación breve de los hechos y circunstancias objeto de la demanda y defensa de la o del demandado.
5. La decisión sobre las excepciones presentadas.
6. La relación de los hechos probados, relevantes para la resolución.
7. La motivación.
8. La decisión que se pronuncie sobre el fondo del asunto, determinando la cosa, cantidad o hecho al que se condena, si corresponde.
9. La procedencia o no del pago de indemnizaciones, intereses y costas.

Además de la emisión en idioma castellano, a petición de parte y cuando una de estas pertenezca a una comunidad indígena, la sentencia deberá ser traducida al kichwa o al shuar según corresponda.

De los requisitos presentados para la elaboración de la sentencia se puede observar que existe la necesidad de enunciar cuales fueron los hechos de los cuales parte el proceso, así como las excepciones, las pruebas y todas las diligencias que se han ido desarrollando durante el trayecto, es así como en líneas anteriores se mencionaba que es necesario que el juez considere todas estas actuaciones para formar una base de la cual se desprenderá su análisis para poder formular una sentencia.

Como segundo aspecto la necesidad de enunciar los argumentos jurídicos en los cuales se basa para poder emitir una decisión de esta manera estaría justificando jurídicamente su decisión.

Se ha dicho por parte de algunos autores consultados, que la motivación o fundamentación razonada de los pronunciamientos judiciales, tiene un significado para la democracia institucional, en el sentido de legitimar la intervención judicial en un régimen constitucional, pues de esta manera como he manifestado, se cumple aquella declaración constitucional de que la justicia emana del pueblo, y deber de argumentación, fundamentación y motivación es una exigencia política, constitucional y legal, pues solo de este modo se evitan decisiones arbitrarias de los jueces, que en algunos casos pueden ser sujetos a errores humanos.

La motivación del fallo constituye un deber constitucional del juez, establecido como garantía básica para asegurar el debido proceso, y se le impone como una manera de controlar su actividad intelectual frente al caso concreto, con el fin de comprobar que su decisión es un acto reflexivo nacido del estudio de las circunstancias particulares y no un acto discrecional de su voluntad autoritaria, el proceso jurisdiccional tiene suprema importancia para el derecho procesal constitucional, pues es la garantia que toda persona o colectividad tiene de poder exijir sus derechos frente a un organo jurisdiccional y de que los actos que se realicen dentro del proceso seran llevados acabo de manera legal, y bajo el principio de publicidad que permite conocer el desarrollo de las actuaciones procesales.

Los derechos son el complemento de la naturaleza positiva del hombre, pero actualmente una resolución no se motiva con la simple interpretación del derecho, pues la misma actualmente recalco es un proceso mental, lógico y axiológico que exterioriza un proceso intelectual que impone al juez pronunciarse de alguna determinada manera.

3 La motivación y sus características lingüísticas durante su conversión

El estudio de la motivación desde su inclusión dentro de las normativas de los Estados Constitucionales ha ido analizándose y desarrollándose para una mejor aplicación, pues el concepto de la motivación se mantenia en una tautología, puesto que la acción de motivar es comprendida como una justificación lógica de una decisión, por lo cual no se ha podido observar esta figura jurídica desde un aspecto más profundo pues la repetición de este concepto simplifica la naturaleza de la misma y excluye sus características, dejando como único sosten la forma de interpretación desde un aspecto linguístico.

La confusión entre sentencia y motivación llevada a cabo por la práctica reiterada y considerando las tautologías en tiempos en los cuales aun no se encontraba muy desarrollado el derecho y existian aun ciertas lagunas, tiempos en que aun se estaba moldeando las figuras jurídicas, se consideró en un nuevo plano la adaptación de silogismos como aplicación del derecho, en el que la norma se consideraba como la premisa mayor y el hecho como premisa menor, llegando así a una deducción lógica o conclusión (sentencia).

El silogismo es un razonamiento deductivo conformado por tres proposiciones, la premisa mayor, premisa menor y como resultado de estas dos proposiciones la conclusión.

La utilización de silogismos como estructura de la decisión judicial fue considerada como simple pues esta se basaba en la decisión del juzgador mas no en la motivación, dos figuras distintas, que fueron consideradas parte del mismo fenómeno. De esta manera la motivación fue adaptándose a las exigencias de un estado constitucional, considerando principios y garantías establecidas en la Constitución.

3.1 La motivación en un sentido de comprensión

La motivación desde un punto de vista doctrinario tiene varias consideraciones, entre ellas todos los aspectos antes mencionados pues esta figura jurídica corresponde a una garantía establecida dentro del debido proceso, así como un requisito indispensable en toda sentencia, resolución o auto de sustanciación, es por eso que de no ser motivada ninguna de las decisiones emitidas por el órgano jurisdiccional puede conllevar a una nulidad.

La doctrina de la motivación refiere también a su significado de interpretación, la pluralidad de las lecturas según las partes pueden ser entendidas mediante el conocimiento basado en las leyes, conocimiento muy distintivo al de un profesional en el área jurídica, es por tal motivo que se habla de un sentido de comprensión dentro de la doctrina de la motivación.

La motivación como un proceso comunicativo de las justificaciones y de los motivos positivos y negativos en los cuales se basó el juez para tomar su decisión en un aspecto más amplio adjunta los signos lingüísticos de interpretación del discurso o decisión emitida por su autoridad.

El uso del lenguaje común, técnico jurídico consiste en individuar el significado en un sentido estricto esto es que la interpretación de la motivación se basa en fundamentos jurídicos y técnicos, comprendida de mejor manera por quienes se encuentran en el ejercicio de la profesión.

El significado de la motivación desde un concepto en sentido de indicio lingüístico, se basa en la inexistencia de la intención de comunicar, siendo una decisión en la que el observador asegura un significado según su criterio [7].

3.2 La motivación y su aplicación en la línea jurisdiccional de la CIDH

La jurisprudencia de la legislación ecuatoriana, así como preceptos jurídicos evidencia la aplicación de la motivación hasta la actualidad, a la motivación le corresponden tres requisitos indispensables a la hora de emitir una motivación esto son: Razonabilidad, lógica y comprensibilidad[2, 8].

Estos requisitos conforman parte de un test de motivación el cual era aplicado con la finalidad de que la motivación sea analizada más a fondo y no solo en vagos silogismos judiciales.

El razonamiento lógico de los hechos, las normas y preceptos jurídicos, así como la forma en la cual habría de ser redactada la motivación para después ser comunicado a las partes. Complementaban la motivación y se evidenciaba el trabajo del administrador de justicia en cuanto a los principios y garantías que establece la Constitución.

El derecho es mutante, se modifica en favor de proteger de manera más eficiente los derechos de todas las personas, de esta manera es posible que la línea jurisdiccional de la aplicación de la motivación pueda variar en la aplicación de sus requisitos antes de ser emitida, siempre y cuando no se vulneren derechos[8-10].

El artículo científico El Derecho Constitucional a la Motivación: Línea Jurisprudencial de la Corte Constitucional, a partir del año 2019, refiere que la motivación a partir del año 2019 ha sido cambiante. Se ha recurrido a la aplicación de silogismos judiciales para poder emitir una motivación, el silogismo judicial funciona de la siguiente manera:

La premisa mayor es la norma y la menor son los hechos, se interrelacionan entre si dando una conclusión o en palabras técnicas “sentencia” [9].

4 Diseño del método para evaluar la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho

El proceso analítico jerárquico (AHP) fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [11]. Constituye uno de los métodos más difundidos en la resolución de problemas de toma de decisiones multicriterios. Una vez identificado los criterios evaluación, el método realiza un proceso de comparación entre criterios. Se establecen los niveles de importancia o ponderación asociados a los criterios[12-14].

AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto [15], [16]. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores [17-19]

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de toma de decisiones [20], [21-23]. Los elementos que afectan la toma de decisiones son representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los niveles intermedios. En el nivel más bajo se comprenden las opciones de decisiones [24], [25], [26]Se estiman por medio de comparaciones apareadas entre cada criterio. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala, tal como expresa la ecuación (1) [27], [28].

$$S = \left\{\frac{1}{9},\frac{1}{8},\frac{1}{7},\frac{1}{6},\frac{1}{5},\frac{1}{4},\frac{1}{3},\frac{1}{2},1,2,3,4,5,6,7,8,9\right\} \tag{1}$$

En el caso de *n* atributos la comparación apareada del elemento *i* con el elemento *j* es colocado en la posición de *aij* de la matriz A de comparaciones apareadas, tal como se muestra en la ecuación (2).

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{1} \end{bmatrix} \tag{2}$$

A partir del proceso de comparación se obtienen los valores recíprocos de estas comparaciones. Los valores obtenidos se colocados en la posición *aji* de A, con la finalidad de preservar la consistencia del juicio [29, 30]. El proceso de decisión debe comparar la importancia relativa de un elemento con respecto a un segundo, usando la escala de 9 puntos mostrada en la tabla 1[31, 32].

Para el elemento 1 que fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, se expresa como resultado en la posición a12, se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a21 se coloca 1/5[33, 34].

Tabla 1. La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Escala Saaty	Definición	Neutrosophic Triangular Scale
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$

Escala Saaty	Definición	Neutrosophic Triangular Scale
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$
9	Absolutamente influente	$\tilde{9} = \langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
2, 4, 6, 8	Valores intermedio entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle(1,2,3);0.40,0.65,0.60\rangle$ $\tilde{4} = \langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$ $\tilde{6} = \langle(5,6,7);0.70,0.25,0.30\rangle$ $\tilde{8} = \langle(7,8,9);0.85,0.10,0.15\rangle$

Por su parte, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (CI) debería depender de λ max, el valor propio máximo de la matriz. Definió la ecuación $\mathrm{CI} = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$, donde *n* es el orden de la matriz. Además, definió la Relación de Consistencia (CR) con la ecuación CR = CI/RI, donde RI se relaciona en la Tabla 2[20, 35, 36].

Table 2. RI asociada a cada pedido

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Si CR≤0.1 se considera que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto podemos proceder a utilizar NAHP.

NAHP tiene como objetivo calificar criterios, subcriterios y alternativas, y clasificar cada alternativa de acuerdo con estos puntajes [37, 38].

NAHP también se puede utilizar en la evaluación de grupo. En tal caso, el valor final se calcula mediante la media geométrica ponderada, mediante las ecuaciones 3 y 4.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i}\right)^{1/\sum_{i=1}^{n} w_i} \tag{3}$$

Si los pesos de los expertos suman uno, es decir $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$, la ecuación 3 se transforma en la ecuación 4.

$$\bar{x} = \prod_{i=1}^{n} x_i^{w_i} \tag{4}$$

5 Implementación del método

Como parte de los resultados el método propuesto fue implementado para para evaluar la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho. La presente sección realiza una descripción de los resultados obtenidos de su implementación. Para la obtención de la información el método propuesto emplea un enfoque multicriterio multiexperto, expresado como:

El grupo de criterios que caracterizan la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho en el problema de toma de decisiones tal que:

$$C = \{c_1, c_2, \ldots, c_m\}, m \geq 1 \quad ,$$

Para lo cual participan el grupo de expertos que intervienen en el problema de toma de decisiones tal que:

$$E = \{e_1, e_2, \ldots, e_n\}, n \geq 1 \quad ,$$

Mediante el conjunto de alternativas de decisión para en el problema de toma de decisiones propuesto tal que:

$$A = \{a_1, a_2, \ldots, a_k\}, k \geq 1 \quad ,$$

A partir del análisis realizado, se obtienen los principales criterios a tener en cuenta.
La alternativa para evaluar es la siguiente:

A_1: Sí existe garantía de motivación en un estado constitucional de derecho.
A_2: No existe garantía de motivación en un estado constitucional de derecho.

Los criterios para evaluar son los siguientes:

C_1: Legalidad formal
C_2: Legalidad material
C_3: Adecuada comunicación
C_4: Compresión efectiva en la redacción de las sentencias

Las tres matrices por pares obtenidas correspondientes a los criterios, una por experto, se resumen en la tabla 3. Los valores se expresan en forma de la escala dada en la tabla 1.

Tabla 3: Pares de comparación correspondientes a los criterios agregados dados por los expertos.

Criterio	**A_1**	**A_2**
A_1	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$
A_2	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

La tabla 4, contiene la valoración media para el total de expertos correspondientes a los criterios.

Tabla 4: Matriz media nítida por pares correspondiente a los requerimientos dados por los expertos según criterio C_1.

C	**C_1**	**C_2**	**C_3**	**C_4**
C_1	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
C_2	$\langle(4,5,6);0.80,0.15,0.20\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
C_3	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$
C_4	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$

A partir de la aplicación de la ecuación 1, se aplica la ecuación 4 para convertir las matrices por pares en matrices nítidas. El CR obtenido fue 0.00328 que represente el valor agregado de los expertos, Se observa que es menor que 0.1. Mientras que, para las matrices de requerimientos, los CR son menores a 0.1 respecto a cada experto y cada criterio.

La Tabla 5 resume los vectores prioritarios de los tres expertos para los criterios, aplicando la Ecuación 2 con pesos wi = 1/3 for i = 1, 2, 3.

Tabla 5: Promedio de vectores de prioridad obtenidos para cada criterio sobre los expertos y su orden.

Alternativas	Promedio sobre expertos de Criterios Vectores Prioritarios	Orden
A_1	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	1
A_2	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	2

La Tabla 6 resume los pesos para cada requerimiento y el orden final.

Tabla 6: Los vectores de prioridad de requisitos y el orden final de requisitos.

Criterios	$A_1(0.86)$	$A_2(0.64)$	Orden
C_1	$\langle(1,1,1);0.50,0.50,0.50\rangle$	$\langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$	1
C_2	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(3,4,5);0.60,0.35,0.40\rangle$	2
C_3	$\langle(6,7,8);0.90,0.10,0.10\rangle$	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	4
C_4	$\langle(9,9,9);1.00,1.00,1.00\rangle$	$\langle(2,3,4);0.30,0.75,0.70\rangle$	3

De acuerdo con los resultados resumidos en la Tabla 6, los criterios poseen un nivel de cumplimiento que se ordenan de la siguiente manera: $C_1 \succ C_2 \succ C_4 \succ C_3$. Se acepta la hipótesis de que sí existe garantía de motivación en un estado constitucional de derecho[39-42].

6. Discusión

La motivación como lo mencionado durante el desarrollo de la presente investigación científica en un estado constitucional, la legitimidad de las decisiones estatales no depende solo de quién las toma, sino también del porqué lo hace: todo órgano del poder público tiene, no solo el deber de ceñir sus actos a las competencias y procedimientos jurídicamente establecidos (legitimidad formal), sino también el deber de motivar dichos actos, es decir, de fundamentarlos racionalmente (legitimidad material)[43-46].

Se ha planteado a la motivación como una forma de enunciar artículos para poder justificar la sentencia, pero este es el problema, la justificación jurídica es parte de la motivación pero no es en si todo lo que define a la motivación.

Como profesionales en la carrera de derecho se puede evidenciar en el estudio de procesos o durante el trámite de una causa la motivación, ya sea en un auto, providencia o en una sentencia, es más común el observar una motivación basada solo en enunciados jurídicos (artículos) como es lógico, pero es poco evidenciar algo más como lo que es la doctrina y en lo que se refiere a cuales han sido los motivos por los cuales se toma una decisión, cual a sido la fundamentación lógica para enunciar los derechos violentados asi como los hechos y las pruebas, el por que el juez a emitido dicha decisión.

Sin embargo, la garantía de la motivación por sí sola no asegura a las personasque las decisiones de las autoridades públicas cuenten con una motivación correcta conforme al derecho y conforme a los hechos, sino que tengan una motivación suficiente para que el derecho al debido proceso pueda ser ejercido de manera efectiva con miras a enmendar las incorrecciones en que incurrieren los actos del poder público.

Conclusión

En la presente investigación y dentro de la metodología utilizada (bibliografía-documental), se ha considerado el tema de la motivación desde su naturaleza, y la forma en la cual se comunica a las partes, el desarrollo actualmente a tomado varias modificaciones.

La implementación del método basado en Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico permitió evaluar la garantía de motivación en un estado constitucional de derecho donde fue posible aceptar la hipótesis de que sí existe garantía de motivación en un estado constitucional de derecho. Sin embargo, la motivación como figura jurídica y garantia constitucional establecida en la constitución del Ecuador es parte del debido proceso y el derecho a la defensa, pues su contenido debe emitirse de una manera muy clara y entendible para que las partes puedan comprender los hechos y motivos que llevaron a la toma de una decisión.

La Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional del 2009 manifiesta en su artículo 4 numeral 10, como principio procesal la comprensión efectiva, en la cual se exige al Juez redactar su sentencias de "forma clara, concreta, inteligible, asequible y sintética, incluyendo las cuestiones de hecho y derecho planteadas y el razonamiento seguido para tomar la decisión que adopte".

La motivación es parte esencial del debido proceso de igual manera es una de las garantías en que se puede visualizar el trabajo del Juzgador en cuanto a la legalidad y arbitrariedad, la manera correcta de motivar como se ha enunciado en diferentes subtemas durante el presente artículo, son características que conllevan a una adecuada aplicación de esta garantía, ha sido necesario el mencionar que la lingüística también juega un papel muy importante dentro de la motivación, en cuanto a la comunicación y la forma clara y precisa de hacer entender el contenido a las partes.

Referencias

[1] A. Constituyente, "Constitución de la República del Ecuador," Montecristi, 2008.

[2] M. Taruffo, *La Motivacion de la Sentencia Civil*, Italia: Trotta,S.A.,2011, 1975.

[3] *Accion Extraordinaria de Proteccion*, 2010 (Corte Constitucional).

[4] *Constitucion de la Republica*, 2008.

[5] A. L. Prado, "Derechos y constitucionalismo discursivo," Universitat d'Alacant-Universidad de Alicante, 2016.

[6] *Garantia de la Motivacion*, 2021 (Corte Constitucional).

[7] *Codigo Organico General de Procesos*.

[8] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[9] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[10] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[11] S. O. T. Maldonado, 2021.

[12] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*: RWS Publications, 2014.

[13] J. Estupiñan-Ricardo, and K. de Mora-Litardo, "La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador," *Luz,* vol. 16, no. 1, pp. 104-112, 2017.

[14] J. M. B. García, J. E. Ricardo, and I. M. Villalva, "Acciones didácticas para la autorrealización física integral de los estudiantes de carreras agropecuarias," *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643,* vol. 7, no. 2, pp. 57-66, 2016.

[15] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

[16] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.

[17] O. M. Cornelio, I. S. Ching, J. G. Gulín, and L. Rozhnova, "Competency assessment model for a virtual laboratory system at distance using fuzzy cognitive map," *Investigación Operacional,* vol. 38, no. 2, pp. 169-177, 2018.

[18] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[19] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[20] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[21] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[22] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[23] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[24] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[25] C. Tubet Abramo, "Diseño de una metodología de evaluación de la sostenibilidad del Mix Eléctrico Nacional, basada en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP)," 2016.

[26] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.

[27] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[28] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[29] W. Ho, and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research,* vol. 267, no. 2, pp. 399-414, 2018.

[30] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[31] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[32] V. V. Falcón, M. d. R. A. Quinapanta, M. M. Y. Villacís, and J. E. Ricardo, "Medición del capital intelectual: Caso hotelero," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2019.

[33] J. R. V. Moya, G. A. Á. Gómez, C. V. Sánchez, and M. Y. L. Vázquez, "El liderazgo sincrónico en la transformación de la educación superior," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 139-146, 2021.

[34] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, "Resolucion de sistemas de ecuaciones lineales neutrosóficas mediante computación simbólica," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 15, pp. 41-46, 2021.

[35] M. Y. L. Vázquez, R. E. H. Cevallos, and J. E. Ricardo, "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 262-266, 2021.

[36] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[37] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

[38] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[39] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[40] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[41] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[42] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[43] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[44] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[45] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[46] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

Recibido: Mayo 20, 2022. **Aceptado:** Junio 08, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método neutrosófico para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fija

Neutrosophic method for the recommendation in the recovery of lost biological space in restorative dentistry with fixed prostheses

José Israel Castillo González[1], Andrea Katherine Miranda Anchundia[2], and Liset Camaño Carballo[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5033-6763.
E-mail: uq.josecastillo@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7183-2267.
E-mail: uq.andreamiranda@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5668-8842
E-mail: ua.lisetcamano@uniandes.edu.ec

Resumen. La odontología moderna busca aparentar la naturaleza de los dientes, tanto en tamaño, forma, color, entre otras. En eta especialidad se intenta encontrar una interrelación armónica para las restauraciones de protésicas dentales y los tejidos alrededor del diente, además, de ser confortables para el individuo. Los tratamientos necesitan ser realizados de manera multidisciplinaria para conseguir un resultado exitoso. Es muy común encontrar problemas concernientes a la encía al realizar rehabilitaciones protésicas, esto suele suceder por la invasión del espacio biológico, siendo esta la principal motivación por la que se analizará la salud del periodonto, patologías por su invasión y diferentes métodos para recuperar la salud gingival. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fijas.

Palabras Claves: restauraciones protésicas, alargamiento de corona, salud gingival.

Abstract. Modern dentistry seeks to appear the nature of the teeth, both in size, shape, color, among others. In this speciality, an attempt is made to find a harmonic interrelation for dental prosthetic restorations and the tissues around the tooth, in addition to being comfortable for the individual. Treatments need to be performed in a multidisciplinary manner to achieve a successful result. It is very common to find problems concerning the gums when carrying out prosthetic rehabilitations, this usually happens due to the invasion of the biological space, this being the main reason for analyzing the health of the periodontium, pathologies due to its invasion and different methods to recover gum health. The objective of this research is to develop a neutrosophic method for the recommendation in the recovery of lost biological space in restorative dentistry with fixed prostheses.

Keywords: prosthetic restorations, crown lengthening, gingival health.

1 Introducción

Actualmente, la odontología busca conservar los dientes naturales el mayor tiempo posible, para ello existen tratamientos restauradores que alargan este tiempo. Sin embargo, la sociedad actual exige tratamientos no solo confortables, si no también estéticos; por esto existen diferentes tratamientos con el fin de devolver la salud periodontal cuando ha sido afectada por restauraciones mal adaptadas.

Cuando se diagnostican dientes en la zona anterior que se ven afectados estéticamente por verse pequeños, debido a un cubrimiento exagerado de la encía, se puede valorar y realizar el tratamiento de coronas cortas con la técnica quirúrgica de alargamiento de corona, analizando los principios biológicos y morfológicos que justifican realizarla, así como las maniobras a seguir. En este procedimiento se elimina la encía y hueso de ser necesario para crear una corona clínica más larga y movilizar al margen gingival en sentido apical [1].

Se denominó al espacio biológico como la unidad fundamental compuesta por el tejido conectivo y el epite-

lio de unión. La invasión de este espacio induce retracción gingival, pérdida ósea, hiperplasia gingival, etc. Afectando la salud periodontal y la estética gingival [2].

La mayoría de los pacientes que acuden a las consultas presentan algún problema gingival, que puede ir desde una gingivitis a una periodontitis avanzada, siendo imprescindible realizar un buen diagnóstico y un tratamiento adecuado antes de la preparación definitiva del diente. Por ello es de vital importancia planificar muy bien la secuencia del tratamiento periodontal y restaurador. En este escenario juega un papel importante la coordinación entre todo el equipo de profesionales dentales: periodoncista, rehabilitador oral, técnico de laboratorio, y por supuesto, la colaboración del paciente [3].

El tallado dental suele ser preparada con negligencia cuando se cree que de todos modos el diente será tapado por la corona protésica, esto lleva a serias complicaciones tanto en el diente preparado como sus tejidos adyacentes [4]. Se debe establecer una longitud mínima por encima de la cresta subgingival de entre 1,5 y 3 milímetros de tejido gingival, sin invadir el espacio biológico, para afianzar una correcta restauración de la zona a tratar y correcto pronóstico a largo plazo.

Además se debe asegurar que el diente posea una cierta cantidad de tejido sano dentario, para realizar una correcta restauración de la zona. También, asegurarse que el periodoncista ubica la cresta ósea antes de realizar un alargamiento, el rehabilitador determinara la medida de la cresta gingival a la alveolar; encontramos tres categorías de ancho biológico: cresta normal, sondaje de 3 mm en la parte media coronal y en proximal 3 a 4,5 mm, es común encontrar esto en un 85% de pacientes; cresta alta, sondaje menor a 3 mm en parte media y proximal de la corona, lo encontramos un 2% y es imposible colocar un margen intracrevicular en una restauración por la inflamación crónica que se produciría; cresta baja presenta una medida mayor a 3 mm en media de la corona y mayor a 4,5 en proximal, se encuentra un 13% en la naturaleza, es susceptible a recesión por restauraciones intracreviculares [5].

Para realizar un alargamiento, se precisa conocer el periodonto supracrestal, considerando la edad, el diente y el biotipo periodontal. Prestar cuidado al momento del adelgazamiento del colgajo o la resección de hueso intentando cambiar el biotipo periodontal, por la complicación de recesión gingival u ósea por necrosis. Se recomienda esperar a la estabilización del margen gingival, que en biotipos periodontales finos podría demorar hasta los 5 meses y se reportan recesiones gingivales trascurridos de hasta 6 meses [6]. Para considerar a un diente dentro de un plan rehabilitador, se deben analizar los siguientes elementos:

- Ubicación dentro del arco dental.
- Salud periodontal.
- Medida corona-raíz.
- Espacio interoclusal.
- Necesidad endodóntica y estética.

Respetar el espacio biológico antes y después del tratamiento garantiza el éxito a largo plazo [7]. La estética de una sonrisa depende tanto de contornos, formas y colores; además, de la cantidad de encía que se ve cuando una persona sonríe al levantar el labio superior, la posición del mismo no puede ser cambiada fácilmente, pero si se puede controlar el margen gingival, las papilas interdentales y la forma de los dientes [8].

La relación óptima entre los tejidos alrededor de la prótesis brinda función, estética y confort. La salud gingival es lo principal para salud dental y las restauraciones puesto que el ancho biológico actúa como barrera protectora de microorganismos hacia el ligamento periodontal, el tejido conectivo gingival y óseo [9].

Pacientes con coronas clínicas cortas pueden someterse al tratamiento de alargamiento, este puede ser quirúrgico u ortodóntico; el objetivo es el mismo trasladar apicalmente el margen gingival respetando así el espacio biológico. Dentro de las técnicas quirúrgicas existe la gingivectomía, el colgajo de reposición apical con cirugía ósea y CRA sin cirugía ósea. Para seleccionar la técnica correcta se debe medir la longitud de la corona clínica y anatómica, grosor de encía adherida, ubicar la cresta ósea y grado de inflamación. La gingivectomía es usada en casos de erupción pasiva alterada [10].

Para realizar un correcto sondaje primero se busca una zona de salud periodontal y se realiza el sondaje perforando el epitelio de unión y llegar al nivel óseo para tomar la medida hasta la cresta ósea. Para determinar el ancho biológico se mide desde la cresta ósea hasta el margen gingival [11].

La terapia periodontal debe completarse antes de la restauración ya que se crea una base estable para restauraciones estables y duraderas, así también una salud gingival permite una correcta impresión que asegura un correcto asentamiento de la futura prótesis [12].

El clínico astuto crea una sonrisa agradable y estética enfocando su atención no solo en los hermosos dientes blancos, sino también en los tejidos alrededor del diente [13]. Conforme pasan los días los pacientes exigen alta estética en los tratamientos restaurativos y protésicos, además de sentirse cómodos con una restauración confortable; por ello se ha desarrollado una serie de investigaciones para poder cumplir estas exigencias.

Se ha visto problemas cuando una restauración protésica invade espacios biológicos, presentándose signos de

inflamación. Basado en estos elementos se decidió realizar una revisión de la literatura para analizar los diferentes aportes teóricos y prácticos sobre restauraciones protésicas mal adaptadas, y las posibles soluciones para recuperar espacio biológico cuando ha sido invadido o perdido. Partiendo de los resultados de la revisión se propone como objetivo general de la presente investigación: desarrollar un método neutrosófico para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fija. Siendo necesario alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Revisar la relación existente entre la odontología restauradora y los tejidos periodontales.
- Indicar conceptos que sirvan para la realización de una restauración protésica respetando los tejidos adyacentes al diente.
- Conocer las consecuencias a corto y largo plazo por invasión del espacio bilógico por restauraciones protésicas mal diseñadas.
- Analizar diferentes tratamientos existentes en la literatura que permita recuperar el espacio biológico perdido.

2 Preliminares

El espacio biológico ha sido descrito como la unión del diente con la encía y el hueso, fue descrita como la unidad funcional formada por tejido conectivo de inserción y el epitelio de unión [2]. Las características del epitelio son; ser queratinizado, escamoso y estratificado conformado por queratinocitos y otras células; melaninocitos, células de Merckel, linfocitos T y B, etc. [2].

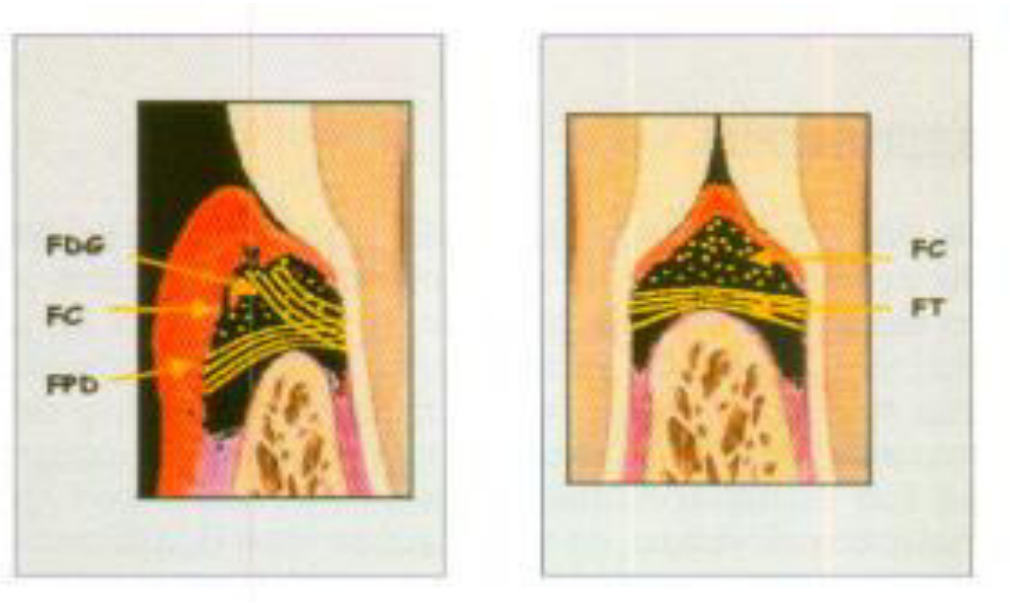


Figura 1. Haces de colágeno del tejido conjuntivo [2].

Gargiulo en 1964 describió histometricamente las 4 fases de la erupción dental, encontrando una relación dimensional proporcional entre la relación dento gingival y los tejidos de soporte del diente. Surco histológico: 0,69mm, epitelio funcional: 0,97mm, inserción conjuntiva: 1,04mm [14].

La salud de los tejidos contiguos al diente es primordial para garantizar su estabilidad. Los profesionales en su mayoría coinciden que la presencia de 1mm de encía insertada y 2 mm de encía queratinizada puede evitar recesiones posteriores, esto siempre y cuando se mantenga la salud de los tejidos y la restauración final tenga un contorno y un ajuste marginal adecuados [15].

Existen diferentes biotipos: primero el biotipo de cresta alta, cuando realizamos un sondaje en la parte media de la corona encontramos una medida menor a 3 mm y una longitud proximal al sondaje también inferior a 3, resultándose difícil ubicar un margen intracrevicular por su proximidad al hueso alveolar, terminando en una inflamación crónica. En la naturaleza se presenta en un 2% de los casos.

Cuando se encuentra una medida mayor a los 3 mm en la parte medial de la corona y en la parte proximal mayor a 4,5 mm, se ubicará al paciente en el grupo de cresta baja. Presentándose en la naturaleza un 13 % de las veces, es considerada muy susceptible a una recesión cuando se coloca una corona intracrevicular [5].

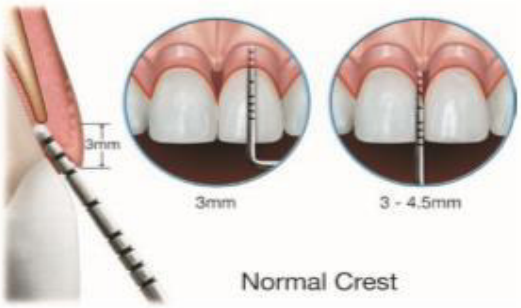


FIGURE 9 Illustration of the Normal Crest patient.

FIGURE 10 Illustration of the High Crest patient.

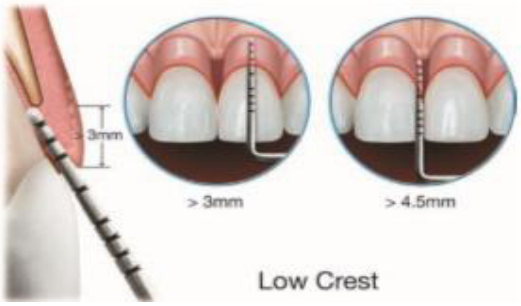


Figura 2. Tipo de cresta gingival [16].

2.1 Patologías por invasión del espacio biológico

Figura 3. Deficiente ajuste marginal [17].

Cuando intentamos extendernos para lograr tener más corona clínica, es decir conseguir una línea de terminación protésica más apicalmente, podemos ocasionar invasión del espacio biológico, afectando directamente la anchura biológica con nuestro tallado, ocasionando una inflamación crónica del periodonto, pérdida de hueso alveolar, recesión gingival y formación de una bolsa periodontal [1].

El huésped reacciona de manera diferente ante la invasión de bacterias al interior del espacio biológico, desa-

rrollándose una bolsa localizada infraósea. Segundo, recesión gingival y pérdida ósea localizada. Y por último hiperplasia gingival localizada, con mínima pérdida ósea [2]. Vendrá determinado por: la línea de sonrisa del paciente, el biotipo periodontal y la localización del margen gingival. Inicialmente van a ser preferibles los márgenes supragingivales, siempre que no se requiera estética y exista una estructura dental adecuada [3].

Si un paciente experimenta incomodidad tisular cuando los niveles del margen de restauración se evalúan con una sonda periodontal. La colocación subgingival de la corona y los márgenes de preparación pueden poner en peligro el ancho biológico y provocar una reacción periodontal [9]. Problemas más comunes que invaden el espacio biológico son caries extensas, erosión, malformaciones dentarias, reabsorción radicular [5].

La sonrisa gingival, se ocasiona por deformidad del hueso, crecimiento vertical del maxilar, labio corto superior, corona clínica disminuida o combinación de cualquiera de ellas, también se asocia a erupción pasiva alterada, sucede cuando el margen de la encía no se ubica en la unión cemento-esmalte. Antes de realizar un tratamiento quirúrgico consideramos la extensión de corona clínica y anatómica, el ancho de encía queratinizada, ubicación de cresta alveolar, ubicación del frenillo e imagen radiográfica [18].

Datos científicos demuestran que incluso coronas clínicamente exitosas presentan márgenes abiertos, en promedio 100 nm, que podría albergar placa bacteriana [12].

2.2 Alargamiento de corona

Figura 4. Vista seis semanas despues del tratamiento de alargamiento de corona [19].

Existen dos biotipos distintos de periodonto, fino y grueso, al realizar una cirugía que modifique el grosor del periodonto incluye el colgajo y hueso alveolar (osteoplastia y osteotomía.) El cuidado de este tipo de cirugía debe ser minucioso pues puede inducir una recesión gingival o una reabsorción ósea postquirúrgíca. Las razones para el tratamiento de las coronas clínicas cortas suelen ser restaurativas o prostodóncicas, aunque en ocasiones puedan ser puramente estéticas. Por otro lado, en las áreas interproximales posteriores, la caries a menudo se extiende en sentido apical exigiendo técnicas quirúrgicas que nos permitan acceder a sus márgenes más apicales para la consecución exitosa del tratamiento restaurador [1]

La corrección de las violaciones del ancho biológico se puede realizar quitando quirúrgicamente el hueso de la proximidad del margen de restauración o por movimiento ortodóntico y, así, alejando el margen del hueso. La cirugía es la más rápida de las dos opciones de tratamiento. También se prefiere si el alargamiento de corona resultante creará una longitud de diente más agradable. En estas situaciones, el hueso debe alejarse del margen por la distancia medida del ancho biológico ideal para ese paciente, con un hueso adicional de 0,5 mm eliminado como zona de seguridad [9].

Clínicamente cuando el aumento de corona clínica fuera necesario, debe obtenerse 3 mm desde cresta ósea alveolar hasta el margen gingival. Este espacio adecuado permite la formación de un surco gingival adecuado lo que formara un margen [20].

Después de realizar una cirugía periodontal es preferible esperar de 8 a 10 semanas, ya que el epitelio funcional se recupera rápidamente, más el tejido conjuntivo tarda el periodo mencionado [21].

Antes de realizar una rehabilitación protésica muchos autores están de acuerdo que pasado los 3 meses de la cirugía se puede construir el margen protésico, inclusive en áreas estéticas [11]. La técnica de alargamiento de corona también puede ayudarnos en la corrección de sonrisa gingival para mejorar el equilibrio y la armonía entre los tres componentes de la sonrisa: labios, dientes y encía [22].

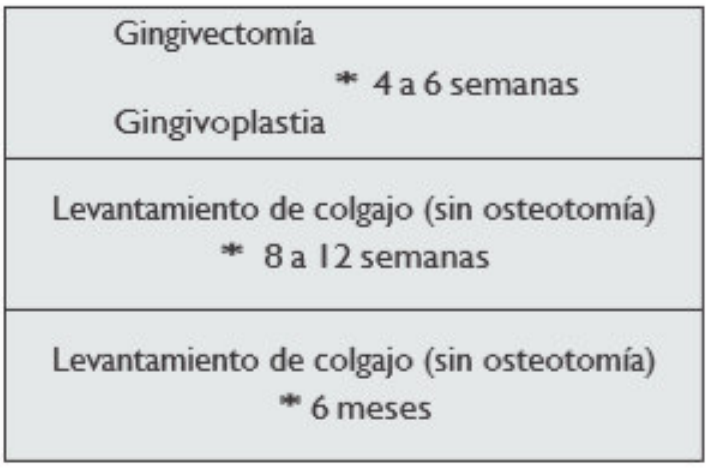


Figura 5. Periodos de cicatrización según el tratamiento realizado [11].

2.3 Gingivoplastía

Cuando planificamos realizar una prótesis, valoramos el tejido dental sano para ubicar el margen, respetando el espacio biológico y realizando técnicas de alargamiento de corona si fuese necesario [23]. La gingivoplastía es una técnica quirúrgica menor que altera el contorno gingival para devolver su forma fisiológica, para realizarla no debe haber presencia de bolsas [24].

El alargamiento coronario necesita a veces de corte de encía que se encuentra aumentada y permite aumentar las coronas clínicas, para esta cirugía no es necesaria una reducción ósea [11].

2.4 Gingivectomía

La gingivectomía está indicada cuando: La cresta ósea está a un nivel adecuado, La distancia cresta ósea - encía marginal es mayor de 3 mm, hay suficiente encía insertada, el biotipo es fino, se ha mostrado muy útil en caso de sonrisa gingival, si esta se debe a erupción pasiva alterada. La gingivectomía está contraindicada cuando existe riesgo de exposición radicular [2]

La gingivectomía está indicada cuando la distancia desde el hueso al margen de la cresta gingival es superior a 3 mm, asegurándonos que, después de la cirugía, exista una zona suficiente de encía insertada. Los posibles problemas post-quirúrgicos que podrían desarrollarse serían la exposición de furcas, una mala ubicación del margen gingival, reabsorción del ápice radicular, pérdida ósea marginal postquirúrgica, riesgo de recidiva, menor resección ósea de la necesaria, pérdida de papilas, etc. [5].

La técnica quirúrgica de gingivoplastía consiste en colocar anestesia local, medimos la bolsa con una sonda periodontal y realizamos puntos sangrantes en la encía, deben ser 3 puntos en vestibular y 3 en palatino; luego trasladamos la medida de la bolsa a la encía en su parte externa y restando 0,5 mm, para realizar esto colocamos la sonda en forma perpendicular a los dientes. Como siguiente paso realizamos la incisión, con un bisturí hoja 15 y con una angulación de 45 grados en relación al eje mayor de los dientes, presionando firmemente hasta tocar dientes y en forma de arco, iniciar la incisión apical a los puntos sangrantes. Para remover este tejido utilizamos las curetas de Gracey. Posteriormente continuamos con el raspado para remover algún tipo de calcificaciones y recrear una superficie limpia, luego el alisado para eliminar cemento reblandecido e infectado. Utilizando unas tijeras o un bisturí de Kirkland recontorneamos la encía lo cual dará un aspecto de biselado y en filo de cuchillo. Por último, colocamos un apósito periodontal de 7 a 10 días [24].

2.5 Colgajo de reposición apical con cirugía ósea

El colgajo de reposición apical (CRA) está indicado cuando: se pretende exponer la superficie radicular (como mínimo en 3 dientes), en biotipo fino o ancho. Este último va a poder ser modificado a un biotipo fino y festoneado, indicado cuando se pretende el alargamiento de múltiples coronas dentarias en un sector.

Contraindicado cuando no existe suficiente inserción periodontal y cuando sólo se pretende alargar un diente, especialmente en el grupo anterior [2].

Hernández explica una técnica de reposición apical, empezando con anestesia local, después se realizó sondeo transgingival para determinar el ancho biológico y ubicar la altura de la cresta ósea. Posteriormente se mide la longitud vertical de los dientes que serán sometidos a la cirugía. Continuamos exteriorizando puntos sangran-

tes en la encía utilizando un acetato, empezamos incisiones a bisel interno con hoja de bisturí 15C. Incisiones intrasurcales, dando resultado una banda de tejido, eliminada con curetas Gracey. Se realizó la última valoración clínica para determinar la dimensión dental armónica para conseguir estética deseada. Para determinar el margen gingival usamos legra de Hopkins para levantar un colgajo y tener acceso al hueso alveolar; verificando irregularidades en los dientes. Se realizó ostectomía con sistema rotatorio y fresa redonda de carburo #3 sin tocar las raíces y de manera festoneada, así como osteoplastia para dar arquitectura ósea positiva. Luego medimos desde el margen protésico hasta la nueva cresta ósea obteniendo 3 mm, manteniendo de esta manera el ancho biológico de inserción. El hueso remanente se desgasta con cinceles de Ochsenbein y se suturó con seda de cuatro ceros [18].

Colgajo de reposición apical sin cirugía ósea

El colgajo de reposición apical (CRA), hoy en día es muy utilizado para aquellos casos que requieran un alargamiento medio de la corona, presentándose un aumento de tejido blando y encontrándose una profundidad de sondaje excesiva.

Esta técnica fue descrita por Nabers en 1954, al principio se diseñó para eliminar bolsas periodontales, básicamente desplazamos en bloque la encía hacia apical. Con esta técnica no eliminamos tejido gingival queratinizado, y está indicado cuando la remoción de la porción gingival cubre alrededor de la restauración protésica (menos de 2mm).

2.6 Interface alveolo restauración

En casos de invasión mínima, invasión supra ósea, se puede realizar el recambio para exponer la fractura con posterior plastia radicular con brocas y discos de lija [25]. Descrita en el año 1982 por Gargiulo y Ross y de acuerdo en 1983 con Carnevalle, esta técnica busca desaparecer irregularidades y microlagunas causadas por enfermedades periodontales en la superficie radicular y el cemento expuesto.

En un estudio realizado 30 dientes extraídos fueron analizados con microscopia óptica y el 73,4% presentaban microlagunas, después de un minucioso raspado y alisado solo él un tercio de las lagunas fueron removidas. Las lagunas sirven para acumulación de placa bacteriana lo que provoca reincidencia de enfermedad periodontal.

Cuando la raíz dental es afectada, queda expuesta a enfermedad periodontal, pudiendo ser hipermineralizada o desmineralizada. Invaden endotoxinas, pudiendo incluso ocurrir penetración de bacterias en el cemento y hasta en los túbulos dentinarios.

IAR es una técnica descrita por Ross y Garguilo en 1982 y sirve para corregir áreas interproximales entre raíces de los dientes para la colocación de una prótesis. El área interproximal de denomina col, es una concavidad cubierta por epitelio gingival no queratinizado. Cuando las raíces están muy próximas afectan la anatomía de la papila formando cráteres inflamados y sangrantes, por ello, el IAR favorece una adecuada papila con epitelio queratinizado que resistirá mejor la presencia de una prótesis. La técnica consiste en levantamiento de colgajo para exponer el área interproximal para realizar un desgaste con fresa cilíndrica o de fisura en las caras interproximales de las pizas dentarias [11].

2.7 Traccionamiento dentario

La extrusión ortodóntica está indicada cuando: se desea intervenir en un único diente, la longitud de la raíz dentro del hueso debe ser adecuada, puesto que tras la extrusión algo de inserción se habrá sacrificado y la proporción corona-raíz debe seguir siendo correcta para permitir su posterior restauración, el diente debe estar endodonciado perfectamente, sin patología periapical, paciente debe estar motivado para aceptar las características del tratamiento: aparatología, varias citas, etc. [2]. La ventaja que presenta esta técnica es que no se abre un espacio interproximal, ni se pierde papila por lo que además no se corre el riesgo de inducir alteraciones fonéticas [2].

El traccionamiento dental es rápido y seguro de buen pronóstico para nuestros dientes que han sufrido invasión de la unidad dento gingival por caries, reabsorciones o fracturas, importante en región anterior por estética. Restringe el tratamiento quirúrgico y no interfiere con el periodonto de sustentación de los dientes.

Crea una ganancia de tejido sano supracrestal, recuperando la anchura biológica. Este tipo de tratamiento está indicado en tres situaciones clínicas diferentes. En primer lugar para el tratamiento de un defecto infraóseo aislado, extruyendo el diente lentamente para eliminar el defecto angular. La segunda situación en la que se requeriría este tipo de tratamiento se presentaría cuando se fractura verticalmente un diente aislado, llegando a afectar al tercio cervical radicular. Y, en tercer lugar, también estaría indicado en el tratamiento de las deformidades del tejido blando que se presentan como discrepancias en la arquitectura gingival, sobre todo a nivel anterior.

3 Materiales y métodos

En la presente investigación se usó una metodología cualitativo-cuantitativa, en tal sentido.[26-29] El universo de la presente investigación estuvo constituido por artículos científicos que exponen información sobre los tejidos periodontales y el espacio biológico, y así, realizar un análisis para determinar cuál es el método más apropiado para dicho objetivo[30-32]. Los criterios de inclusión fueron: Artículos de especial interés actuales que proporcionen información sobre los temas señalados, mientras que, los criterios de exclusión fueron: Artículos que no cumplan con los temas propuestos[33-36].

4 Método neutrosófico para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fijas

El método propuesto consta de tres procesos principales, selección de perfiles, evaluación de las alternativas y selección de la base de conocimiento del perfil de semejanza. A continuación, se presenta el flujo de trabajo. Está basado fundamentalmente en la propuesta de Cordón [37, 38], [39] para sistemas de recomendación basados en conocimiento permitiendo representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN [40-42]. La descripción detallada de cada una de sus actividades y del modelo matemático que soporta la propuesta es presentada a continuación[30, 31, 43, 44].

4.1 Creación de la base de datos con los perfiles de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fija

Cada una de las infecciones a_i será descrita por un conjunto de características que conformarán el perfil de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fija, de manera que:

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{1}$$

Este perfil puede ser obtenido de forma directa a partir de los algoritmos computacionales utilizados para la captura de datos [30, 45]:

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \tag{2}$$

Las valoraciones de las características de las infecciones, a_j, serán expresadas utilizando la escala lingüística S, $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. Para esta actividad, los términos lingüísticos a emplear deberán ser definidos inicialmente [46, 47].

La unidad de intervalo clásico [0,1] se puede usado. T,I,F son componentes independientes dejando espacio para información incompleta (cuando la suma superior <1); para consecuente e información contradictoria; (cuando el suma superior >1) o información completa (suma de componentes =1)[48], [49], [50].

Los conjuntos neutrosóficos son una generalización de conjunto borroso (espacialmente de conjunto intuicionístico borroso). Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F [51], [52].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependiente de muchos parámetros desconocidos o conocidos [48], [53].

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a un problema de toma de decisiones y de la ciencia en general, se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único [54] (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas [55-58] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación[59-61].

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{3}$$

donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, $c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

Una vez descritas el conjunto infecciones asociadas a la recomendación en la recuperación del espacio biológico, se representan las alternativas, de forma tal que:

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \tag{4}$$

Los perfiles son guardados en una base de datos para su posterior recuperación.

4.2 Obtención del perfil de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fijas

En esta actividad se determina la información de los perfiles de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fija sobre las preferencias de estos, almacenándose en un perfil de modo que:

$$P_e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \tag{5}$$

El perfil estará integrado por un conjunto de atributos que caracterizan a las infecciones:

$$C^e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \tag{6}$$

Donde $c_k^e \in S$

Este puede ser obtenido mediante ejemplo o mediante el llamado enfoque conversacional y mediante ejemplos los cuales pueden ser adaptados [62].

4.3 Filtrado de los perfiles de consideraciones periodontales

En esta actividad se filtran los perfiles de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fija de acuerdo al perfil almacenado para encontrar cuáles son las más adecuadas según las características presentes [63-65].

Con este propósito se calculada la similitud entre el perfil de los pacientes, P_e y cada perfil disponible $a_j$registrado en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la siguiente expresión:

$$S_i = 1 - \left(\left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^{n} \left\{ \left(\left| a_{ij} - a_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| b_{ij} - b_j^* \right| \right)^2 + \left(\left| c_{ij} - c_j^* \right| \right)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \tag{7}$$

La función S calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fijas y los almacenados en la base de datos, a_j[66].

4.4 Generación de recomendaciones

Una vez calculada la similitud entre el perfil de consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fija y los perfiles almacenados en la base de datos, cada uno de los perfiles se ordenan de acuerdo a la similitud obtenida representados por el siguiente vector de similitud [67, 68].

$$D = (d_1, \dots, d_n) \tag{8}$$

La mejor recomendación serán aquellas que mejor satisfagan las necesidades del perfil del paciente, o sea, que presente mayor similitud.

5 Implementación del método propuesto

La presente sección describe la implementación del método propuesto para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fijas. A continuación se presenta un ejemplo demostrativo a partir del cual se parte de la base de datos que posee:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$$

Descrito por el conjunto de atributos

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_{4,}, c_5\}$$

Los atributos se valorarán en la siguiente escala lingüística (Tabla 1). Estas valoraciones serán almacenadas para nutrir la base de datos.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [69].

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

La Tabla 2 muestra una vista con los datos utilizado en este ejemplo.

Tabla 2: Base de datos de perfiles para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido Consideraciones periodontales en odontología restauradora con prótesis fijas.

	c_1	c_2	c_3	c_4
a_1	MMB	M	B	M
a_2	M	B	B	MB
a_3	MMB	B	B	M
a_4	B	MMB	M	MDB
a_5	B	MMB	B	MB

Si un especialista del sistema de salud u_e, desea recibir las recomendaciones del sistema deberá proveer información al mismo expresando sus perfiles de consideraciones periodontales. En este caso:

$P_e = \{\mathrm{B}, \mathrm{MMB}, \mathrm{B}, \mathrm{MB}\}$. El siguiente paso en nuestro ejemplo es el cálculo de la similitud entre el perfil de consideraciones periodontales y los perfiles almacenada en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre los perfiles almacenados y el perfil de consideraciones periodontales

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0.25	0.50	0.25	0.75	1

En la fase de recomendación se recomendará aquel perfil que más se acerquen al perfil para la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fija. Un ordenamiento de los perfiles basado en esta comparación sería el siguiente.

$$\{a_5, a_4, a_2, a_1, a_3\}$$

En caso de que el sistema recomendará los dos casos más cercanos, estas serían las recomendaciones:

$$a_5, a_4$$

La aplicación de las recomendaciones provee una vecindad lo más cercano al perfil comparativo para el ejemplo en cuestión la solución es:

$$a_5$$

Conclusión

A partir de la implementación del método neutrosófico se posibilitó la recomendación en la recuperación del espacio biológico perdido en odontología restauradora con prótesis fijas. Sin embargo, realizar un trabajo interdisciplinario entre el odontólogo, periodoncista y protésico es lo que determina éxito en un trabajo. Se debe considerar al espacio biológico no solo como una medida en longitud, también su grosor, biotipo y profundidad de surco antes de realizar nuestro tallado, de esta forma se evitará invadir dicho espacio.

Para mantener la salud gingival y su posición adecuada se debe enfocar en el ajuste marginal, el contorno y el acabado superficial. Evitar un margen desadaptado y restauraciones sobredimensionadas o contorneadas. El ancho biológico se puede corregir por medio de cirugías o por movimientos ortodónticos.

Referencias

[1] G. Villaverde Ramírez, J. Blanco Carrión, I. Ramos Barbosa, J. Bascones Ilundain, and A. Bascones Martínez, "Tratamiento quirúrgico de las coronas clínicas cortas: Técnica de alargamiento coronario," *Avances en Periodoncia e Implantología Oral,* vol. 12, no. 3, pp. 117-126, 2000.

[2] A. Delgado Pichel, P. Inarejos Montesinos, and M. Herrero Climent, "Espacio biológico: Parte I: La inserción diente-encía," *Avances en Periodoncia e Implantología Oral,* vol. 13, no. 2, pp. 101-108, 2001.

[3] C. C. Gasol, and M. A. Fernández, "Consideraciones mucogingivales previas al tratamiento restaurador," *Periodoncia y Osteointegración,* vol. 14, no. 2, pp. 107-114, 2004.

[4] D. S. Pantaleón, and L. De León, "Nueva técnica simplificada de preparación dental para coronas completas en dientes anteriores," *Rev. Odontol. Dominicov,* vol. 11, pp. 39-50, 2005.

[5] N. Escudero-Castaño, V. García-García, J. Bascones-Llundain, and A. Bascones-Martínez, "Alargamiento coronario, una necesidad de retención protésica, estética y anchura biológica: Revisión bibliográfica," *Avances en odontoestomatología,* vol. 23, no. 4, pp. 171-180, 2007.

[6] P. M. M. Gomez, M. F. R. Feria, G. M. R. Martínez, and A. J. D. Caballero, "Cambios en la condición cosmética de la sonrisa de una paciente por medio de alargamiento coronario," *Duazary,* vol. 6, no. 2, pp. 134-140, 2009.

[7] L. Machón, M. Hernández, M. A. Espinoza, L. E. H. de Andrade, and R. A. A. Acevedo, "Descripción de las causas y tipos de tratamiento efectuados en dientes con invasión del espacio biológico o con necesidad de cirugía preprotésica: serie de casos," *Universitas Odontológica,* vol. 29, no. 63, pp. 113-121, 2010.

[8] J. R. Doimi, "Alargamiento de corona clínica por erupción pasiva alterada," *Revista KIRU,* vol. 8, no. 1, 2015.

[9] A. Sharma, A. Pradeep, N. Raghavendra, P. Arjun, and R. Kathariya, "Gingival crevicular fluid and serum cystatin c levels in periodontal health and disease," *Disease markers,* vol. 32, no. 2, pp. 101-107, 2012.

[10] C. Álvarez-Novoa García, L. Barallat Sendagorta, M. Sanz Alonso, and A. Bascones Martínez, "Cambios dimensionales de los tejidos en los procedimientos de alargamiento coronario," *Avances en Periodoncia e Implantología Oral,* vol. 24, no. 2, pp. 103-110, 2012.

[11] F. B. Castagnola, Y. C. Rodríguez, I. A. Silva, and M. I. Paucar, "Protocolo para el manejo del espacio biológico basado en la evidencia. Revisión narrativa," 2014.

[12] P. John, M. Ambooken, A. Kuriakose, and J. J. Mathew, "The perio-restorative interrelationship-expanding the horizons in esthetic dentistry," *Journal of Interdisciplinary Dentistry,* vol. 5, no. 1, pp. 46, 2015.

[13] Y. Ayala Pérez, L. d. l. C. Carralero Zaldívar, and B. d. R. Leyva Ayala, "La erupción dentaria y sus factores influyentes," *Correo Científico Médico,* vol. 22, no. 4, pp. 681-694, 2018.

[14] L. D. M. d. MATTA, "Sulfatase de fígado do molusco Aplysia cervina solúvel e imobilizada em suportes sólidos," 2004.

[15] C. C. Gasol, and M. A. Fernández, "Periodoncia clínica, paso a paso," 2004.

[16] P. Sampath, L. Varma, M. Varma, and A. Shabu, "Recent advances on gingival tissue management in restorative dentistry," *Indian Journal of Dental Sciences,* vol. 11, no. 4, pp. 185, 2019.

[17] A. Shenoy, N. Shenoy, and R. Babannavar, "Periodontal considerations determining the design and location of margins in restorative dentistry," *Journal of interdisciplinary dentistry,* vol. 2, no. 1, pp. 3, 2012.

[18] R. M. Hernández, and M. G. M. González, "Cirugía plástica periodontal en coronas clínicamente cortas para rehabilitación protésica," *Revista odontológica mexicana,* vol. 17, no. 4, pp. 240-246, 2013.

[19] J. W. Robbins, "Tissue management in restorative dentistry," *Funct Esthet Restor Dent,* vol. 1, pp. 40-3, 2007.

[20] K. J. Zelaya Romero, M. d. J. Rocha López, and B. d. C. Marín Duarte, "Grado de higiene oral y necesidades de tratamiento en Odontología restaurativa en el personal administrativo del Edificio Central UNAN-León, del 2002," 2002.

[21] A. Borguetti, and V. Monnet-Corti, *Cirurgia plástica periodontal*: Artmed, 2002.

[22] M. Abu-Hussein, N. Watted, and A. Abdulgani, "Gummy smile and optimization of dentofacial esthetics," *Journal of Dental and Medical Sciences,* vol. 14, no. 4, pp. 24-28, 2015.

[23] J. C. Rangel Rivera, G. Lauzardo García del Prado, M. Quintana Castillo, M. E. Gutiérrez Hernández, and N. Gutiérrez Hernández, "Necesidad de crear programas de promoción y prevención en el adulto mayor," *Revista cubana de estomatología,* vol. 46, no. 1, pp. 0-0, 2009.

[24] A. X. C. RIVASPLATA, "Técnicas de Gingivoplastía/Gingivectomía, Aplicaciones," LIMA-PERÚ, 2011.

[25] L. N. Baratieri, S. Monteiro Jr, A. C. Cardoso, and J. C. de Melo Filho, "Coronal fracture with invasion of the biologic width: a case report," *Quintessence International,* vol. 24, no. 2, 1993.

[26] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[27] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[28] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[29] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[30] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[31] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.

[32] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[33] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[34] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[35] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[36] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[37] L. G. P. Cordón, "Modelos de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Universidad de Jaén, 2008.

[38] M. R. M. Arroyave, A. F. Estrada, and R. C. González, "Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]," *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 15, no. 1, pp. 80, 2016.

[39] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica,* vol. 3, no. 36, 2019.

[40] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[41] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[42] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[43] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[44] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[45] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[46] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[47] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[48] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[49] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[50] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[51] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[52] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realităţii neconvenţionale*: Infinite Study, 2012.

[53] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[54] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[55] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[56] M. L. Vázquez, R. E. Jara, C. E. Riofrio, and K. P. Teruel, "Facebook como herramienta para el aprendizaje colaborativo de la inteligencia artificial," *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643,* vol. 9, no. 1, pp. 27-36, 2018.

[57] M. Y. L. Vázquez, K. P. Teruel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Mapas cognitivos difusos para la selección de proyectos de tecnologías de la información," *Contaduría y administración,* vol. 58, no. 4, pp. 95-117, 2013.

[58] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers*: Infinite Study, 2019.

[59] R. P. Alava, J. M. Murillo, R. B. Zambrano, and M. I. Zambrano Vélez, "PEST Analysis Based on Neutrosophic Cognitive Maps: A Case Study for Food Industry," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 21, no. 1, pp. 10, 2018.

[60] R. Bello Lara, S. González Espinosa, A. Martín Ravelo, and M. Y. Leyva Vázquez, "Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 2, pp. 52-65, 2015.

[61] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, and R. I. John, "A model for enterprise architecture scenario analysis based on fuzzy cognitive maps and OWA operators." pp. 243-247.

[62] L. Pérez, "Modelo de recomendación con falta de información. Aplicaciones al sector turístico," Tesis doctoral. Universidad de Jaén, 2008.

[63] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[64] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[65] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[66] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words," *Ingenieria y Universidad,* vol. 19, no. 1, pp. 7-22, 2015.

[67] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[68] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[69] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

Recibido: Mayo 21, 2022. **Aceptado:** Junio 09, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza

Neutrosophic multicriteria method for the evaluation of biliary tract lesions in laparoscopic cholecystectomy at the Luis Vernaza Hospital

Luis Alberto Ortiz Zambrano[1], Andrés Humberto Layedra Torres[2] and Mónica Lorena Valle Villamarín[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1709-8740
E-mail: uq.luisortiz@uniandes.edu.ec
[2] Hospital Monte Sinaí, Guayaquil. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4517-1877. E-mail: andreslayedrat@gmail.com
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7672-9816.
E-mail: docentetp78@uniandes.edu.ec

Resumen. Las lesiones de la vía biliar es la complicación más frecuente y preocupante de la cirugía laparoscópica abdominal, con repercusiones clínicas, laborales, judiciales, económicas y sociales muy importantes para el individuo. Motivado por la frecuencia de estas lesiones, se definió como objetivo de la presente investigación desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza. El método permitió clasificar las lesiones de la vía biliar que se producen durante la colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza de la ciudad de Guayaquil en el período comprendido entre febrero de 2016 a julio de 2018. Se realizó estudio retrospectivo, descriptivo y transversal. El universo lo constituyeron los pacientes en cuyo protocolo de cirugía se evidencia complicación de vía biliar en el Hospital Luis Vernaza en el periodo indicado. Se trabajó con los pacientes que presentaron complicación de vía biliar. Se tomaron datos de la historia clínica de los pacientes, se llenó la hoja de recolección de datos y luego se tabuló los resultados. Como principales hallazgos de la investigación realizada, se encontró que el género más frecuente es el femenino 65,7%; la edad vulnerable fue de 31 a 50 años de edad con 33,57%; el grado de complicación de vía biliar es 4,86%, la complicación más frecuente fue la tipo I (clasificación de Strasberg) en un 58%, la estancia hospitalaria de los pacientes del estudio fue de 1 a 15 días con 73,53%; la mortalidad fue de 14,7%, la tasa de conversión a cirugía tradicional fue de 58,82%. Se concluyó que el género más frecuente es el femenino; la edad vulnerable fue de 31 a 50 años de edad; la complicación de vía biliar en la colecistectomía laparoscópica es alta, la complicación más frecuente fue la tipo I (Fuga biliar en pequeño conducto en continuidad con el hepático común. En conducto cístico o canal de Luschka); la estancia hospitalaria de los pacientes del estudio fue de 1 a 15 días; la mortalidad es considerable; la tasa de conversión a cirugía tradicional es alta.

Palabras Claves: colecistitis, vía biliar, complicaciones, conducto cístico, hepático.

Abstract Bile duct injuries are the most frequent and worrying complication of abdominal laparoscopic surgery, with very important clinical, labor, judicial, economic and social repercussions for the individual. Motivated by the frequency of these injuries, the objective of this research was to develop a neutrosophic multicriteria method for the evaluation of bile duct injuries in laparoscopic cholecystectomy at the Luis Vernaza Hospital. The method allowed classifying the bile duct injuries that occur during laparoscopic cholecystectomy at the Luis Vernaza Hospital in the city of Guayaquil in the period between February 2016 and July 2018. A retrospective, descriptive study was carried out. and transverse. The universe was made up of patients in whose surgery protocol evidence of a bile duct complication was found at the Luis Vernaza Hospital in the indicated period. We worked with patients who presented complications of the bile duct. Data from the clinical history of the patients were taken, the data collection sheet was filled out and then the results were tabulated. As main findings of the research carried out, it was found that the most frequent gender is female 65.7%; the vulnerable age was from 31 to 50 years old with 33.57%; the degree of bile duct complication is 4.86%, the most frequent complication was type I (Strasberg classification) in 58%, the hospital stay of the study patients was from 1 to 15 days with 73, 53%; mortality was 14.7%, the conversion rate to traditional surgery was 58.82%. It was concluded that the most frequent gender is feminine; the vulnerable age was 31 to 50 years old; the bile duct complication in laparoscopic cholecystectomy is high, the most frequent complication was type I

(Bile leak in small duct in continuity with the common hepatic. In cystic duct or Luschka's canal); the hospital stay of the study patients ranged from 1 to 15 days; mortality is considerable; the conversion rate to traditional surgery is high.

Keywords: cholecystitis, bileduct, complications. cystic, hepaticduct

1 Introducción

La colecistitis aguda es una inflamación de la vesícula biliar1,90-95% de los casos corresponde a una complicación de la colelitiasis, en la mayoría de los casos por obstrucción del conducto cístico, con distensión e inflamación de sus paredes, además de infección bacteriana secundaria; 5-10% restante presenta una colecistitis alitiásica cuya etiología suele ser multifactorial, pero que se caracteriza por una susceptibilidad aumentada a la colonización bacteriana en una bilis estática, muchas veces dentro del contexto de pacientes con afecciones sistémicas agudas [1], [2], [3].

Cualquiera que sea la etiología de la colecistitis aguda, la colecistectomía laparoscópica sustituyó a la colecistectomía convencional, porque ofrece una curación de los cálculos biliares con un procedimiento mínimamente invasivo, donde el dolor y cicatrización es menor, nos permite una estancia hospitalaria menor y pronto regreso a las actividades cotidianas, son algunas ventajas de este procedimiento, actualmente la colecistectomía por vía laparoscópica es el tratamiento de elección de los cálculos biliares sintomáticos [4], [5], [6].

En países desarrollados, la prevalencia de cálculos biliares se encuentra entre un 5 a 10% dentro de la población adulta, por ejemplo en EEUU con un 10%, Japón 7%, España con un 9,7%, en países como Bolivia, y México, la prevalencia es de 15,7%, 14,3%, respectivamente2

El tratamiento de la colecistitis aguda a través del abordaje laparoscópico ha supuesto una revolución inimaginable hace pocos años. Sin embargo y a pesar de tratarse de un tipo de cirugía plenamente aceptada en nuestra sociedad, no está exenta de riesgos y las complicaciones cuando se producen son fuente de morbilidad grave y aun de mortalidad.

Las lesiones de las vías biliares iatrogénicas son una complicación infrecuente, con repercusiones clínicas, económicas, judiciales, laborales y sociales muy importantes. Las lesiones de la vía biliar es la complicación más temerosa de la cirugía laparoscópica, sus estadísticas oscilan entre el 0,1 y el 0,5%, dependiendo de la experiencia del cirujano, de la anatomía, del tiempo de la cirugía desde la aparición de los síntomas y gravedad del cuadro clínico y de los insumos requeridos durante el procedimiento quirúrgico.

Por tratarse de una complicación de gran complejidad, es de importancia poder describir detalladamente el panorama actual en nuestro Hospital, “complicaciones quirúrgicas de las vías biliares”. En este trabajo de investigación se comunica la experiencia de 2 años en el manejo laparoscópico de la colecistitis, de tal forma que permita establecer la epidemiologia de las complicaciones de vías biliares, medir la estancia hospitalaria, conversiones a cirugía abierta, e identificar la mortalidad. Tomando como base los resultados del estudio se definió como objetivo de la presente investigación desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza.

En el Hospital Luis Vernaza la colecistectomía laparoscópica es uno de los principales procedimientos quirúrgicos que se realizan dentro del área de cirugía general desde el año 2006 [7], [8], [9], y al no haber anteriores ni actuales investigaciones sobre el tema, se decidió realizar una investigación para determinar las lesiones de la vía biliar que se producen durante la colecistectomía laparoscópica y con ello descubrir algunas interrogantes:

¿Cuáles son los tipos más comunes de lesión de vía biliar durante la colecistectomía laparoscópica?
¿Cuál es la estancia hospitalaria de lesiones de la vía biliar en cirugía laparoscópica?
¿Cuál es la mortalidad de las lesiones quirúrgicas de la vía biliar?
¿Cuál es el porcentaje de conversiones a cirugía abierta de las lesiones de la vía biliar en cirugía laparoscópica?

2 Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, transversal de los pacientes del Departamento de Cirugía del Hospital Luis Vernaza de Guayaquil a quienes se les realizó colecistectomía laparoscópica. El universo está constituido por 700 pacientes a quienes se les realizó procedimiento mencionado y dentro de ellos 34 pacientes quienes tuvieron complicaciones quirúrgicas de vía biliar, en el período de tiempo comprendido desde febrero de 2016 hasta julio de 2017. Se incluyeron a pacientes hombres y mujeres mayores de 18 años a quienes se les realizó colecistectomía laparoscópica y se excluyeron aquellos con historia clínica incompleta[10-13].

Se realizó el llenado de la hoja de recolección de datos con la información obtenida de las historias clínicas de los pacientes que en protocolo de cirugía describía colecistectomía laparoscópica en el período febrero 2016 a julio

del 2018, previa autorización del departamento de estadística del Hospital Luis Vernaza y aprobación del comité de ética de la institución. Posteriormente se analizó los datos de los pacientes que tuvieron complicaciones en la vía biliar durante el procedimiento quirúrgico, no se muestreo, se tomó toda la población de estudio que tuvieron complicaciones en la vía biliar. Luego, se organizó, consolidó y sistematizó la información, para resumirlas y presentarlas en cuadros, gráficos de cada una de las variables en estudio; y efectuar el análisis de las mismas. Se utilizaron indicadores de estadística observacional, descriptiva, y se realizaron tablas. De tal manera que permitió interpretarlas con el apoyo del programa de computación Excel 2007 y SPSS 15.0 para Windows[14-17].

2 Diseño del método multicriterio neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar

Motivado por la frecuencia de las lesiones de la vía biliar durante la colecistectomía laparoscópica, se describe en este epígrafe el díseño de un método multicriterio neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar en el Hospital Luis Vernaza. El método se conceptualizó con el objetivo de clasificar las lesiones de la vía biliar que se producen durante la colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza de la ciudad de Guayaquil en el período comprendido entre febrero de 2016 a julio de 2018. Las actividades que lo conforman, se describen en detalle a continuación[18-21]:

Actividad 1 Análisis de las informaciones

Para nutrir el funcionamiento del método propuesto, se identifican las fuentes de información y posteriormente se almacenan en bases de datos para su posterior transformación y análisis. Dicha actividad utiliza la base de conocimiento empírica organizacional. Consiste en la recolección de informaciones históricas almacenadas en historia clínica del paciente, sobre lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica[22-25].

El nivel de impacto de un criterio se puede expresar mediante una relación directa de su influencia o la negación de este con un espectro de neutralidad representando un dominio Numérico Neutrosófico de Valor Único (SVN por sus siglas en Inglés) [26], [27]. El nivel de impacto es expresado mediante tres condiciones:

- Un criterio <A> pude implicar negativamente por un criterio <B> de modo que si <A> disminuye <B> disminuye según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> puede implicar positivamente por un criterio <B> de modo que si <A> incrementa B incrementa según el nivel de implicación entre los conceptos con un grado de neutralidad <neutA>.
- Un criterio <A> no posee implicación por un criterio <B> de modo que las variaciones de <A> no poseen implicación en <B>.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado como [28-31]:
Sean
$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$,
Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{1}$$

Apoyado en la neutrosofía se obtiene una mejor interpretabilidad de los datos, utilizan los conjuntos SVNS los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas. Los criterios de evaluación son expresados mediante un universo de discurso se denota como (X). Donde el conjunto neutrosófico de valor único se define como *A* sobre *X,* el cual es un objeto de la forma, como se muestra en la ecuación 2[32-34].

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}d \tag{2}$$

Donde: (x)X → [0,1], $rA(x)$ → [0,1], $vA(x)$ → [0,1]; con 0 ≤$uA(x)$+ $rA(x)$+ $vA(x)$: ≤ 3 para todo $x \in X$. El intervalo (x), $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, sucesivamente. El valor del conjunto neutrosófico de se expresa tal como muestra la ecuación 3.

$$A = (a, b, c) \tag{3}$$

Donde: a, b, c ∈ [0,1], a+b+c ≤ 3

Actividad 2 Transformación de los datos

Cada dato describe las características asociadas al indicador, a partir de números neutrosóficos [35], [36] . Sea $A^* = (A_1^*, A_2^*, .., A_n^*)$ un vector de números SVN, tal que: $A_j{}^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$, j=(1,2, … , n), $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ (i = 1,2, … , m), sean m vectores de n SVN números.

Tal que B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})(i = 1,2, … , m), (j = 1,2, … , n), Las B_i y A^* obtenido mediante la ecuación 4:

$$d_i=\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

(i = 1,2,3… , m)

Se emplea la media de similaridad a partir de la obtención de la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación 5.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots v_l^j\}, j = 1, \dots n \quad (5)$$

El cálculo permite la obtención de la medida de la alternativa A_i , a partir de la similitud el método se debe buscar cuál de los datos tienen mayor cercanía al conjunto solución S_i a partir de lo cual mediante la vecindad se obtiene un orden de las alternativas. Mientras más pequeña sea la vecindad mayor será la similitud [36], [36].

Actividad 3 Filtrado y comparación de los datos

La actividad consiste en evaluar el comportamiento de los indicadores para la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica hospital Luis Vernaza. Para ello se utiliza la escala lingüística S, $V_k^j \in S$.

Donde: $S = \{S_1, , S_g\}$ que representan el conjunto de etiquetas lingüísticas para evaluar las características de los riesgos C_k.

La evaluación realizada es considerada la preferencia del proceso a partir de la cual se obtienen:

$$P = \{P_1, \dots P_e\},$$

Los valores obtenidos son comparados con los datos almacenados previamente, se realiza un proceso de comparación mediante la distancia euclidiana tal como expresa la ecuación (6).

$$S=1-\left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(\left|a_{ij}-a_j^*\right|\right)^2+\left(\left|b_{ij}-b_j^*\right|\right)^2+\left(\left|c_{ij}-c_j^*\right|\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

La función S determina la similitud entre los valores de los datos almacenados y las preferencias obtenidas realizando la comparación con toda la vecindad existente.

Actividad 4 Generación de recomendaciones

A partir de la obtención de la similitud, se realiza el proceso de recomendaciones. Las recomendaciones se realizan a partir de los datos almacenados. Consiste en generar un ordenamiento sobre la vecindad de similitud.

El mejor resultado será aquel que satisfaga las necesidades que caracterizan el riesgo matemáticamente, los que obtengan mayor similitud.

3 Implementación del método multicriterios neutrosófico para la evaluación de lesiones de la vía biliar

El método propuesto fue probado para la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica hospital Luis Vernaza. Los resultados son representados mediante las alternativas I, de modo que:
$I = \{i_1, i_2, i_3\}$,

Valorado a partir del conjunto de características C que describen lesiones de la vía biliar tal que:
$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6\}$,

A partir del conjunto de etiquetas lingüísticas que se presenta en la tabla 1 [35], definidas como:

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)

Término lingüístico	Números SVN
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

A partir de la aplicación del método se obtienen como resultado la expresión de comparación que se muestra en la expresión 5, estos datos son almacenados en la base de caso para nuevos análisis.

$$P_e = \{\mathrm{MB}, \mathrm{B}, \mathrm{B}, \mathrm{B}, \mathrm{MB}\} \tag{7}$$

A partir de la corrida de los datos, se obtiene su filtrado que proporciona un mapa para cada alternativa objeto de análisis. Las Figuras 1 a 5 presentan el mapa de datos obtenidos mediante una gráfica de barra que corresponden a la evaluación del comportamiento más cercano al caso de análisis[25, 37].

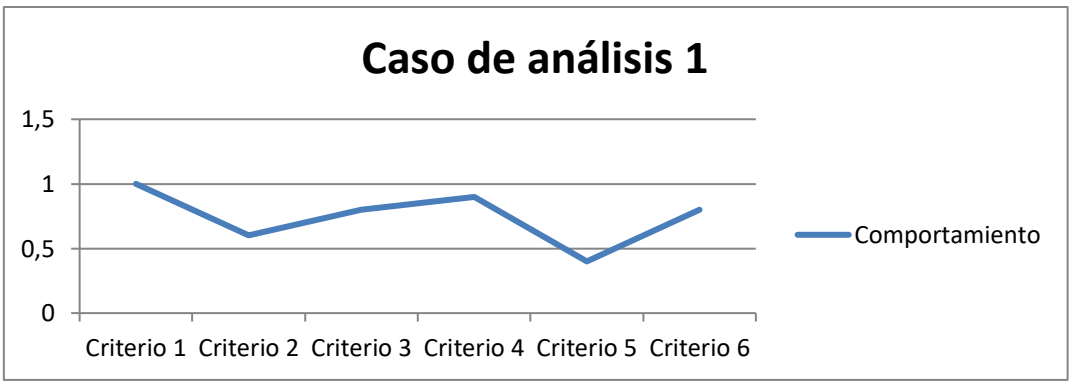


Figura 1: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 1.

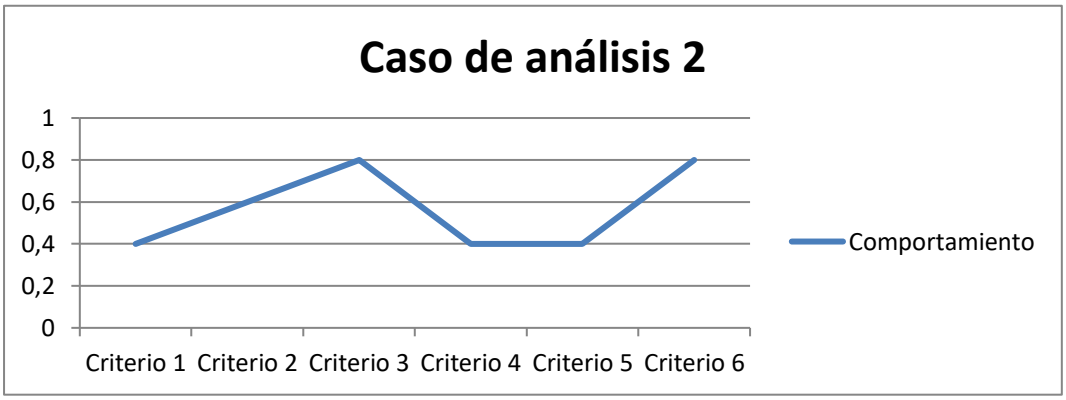


Figura 2: Mapa de datos del comportamiento del Caso de análisis 2.

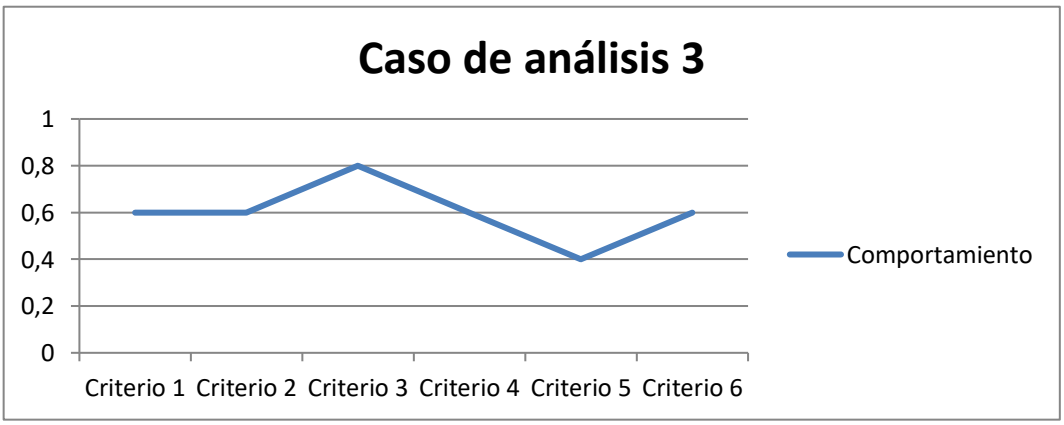


Figura 3: Mapa de datos del comportamiento del Caso de análisis 3.

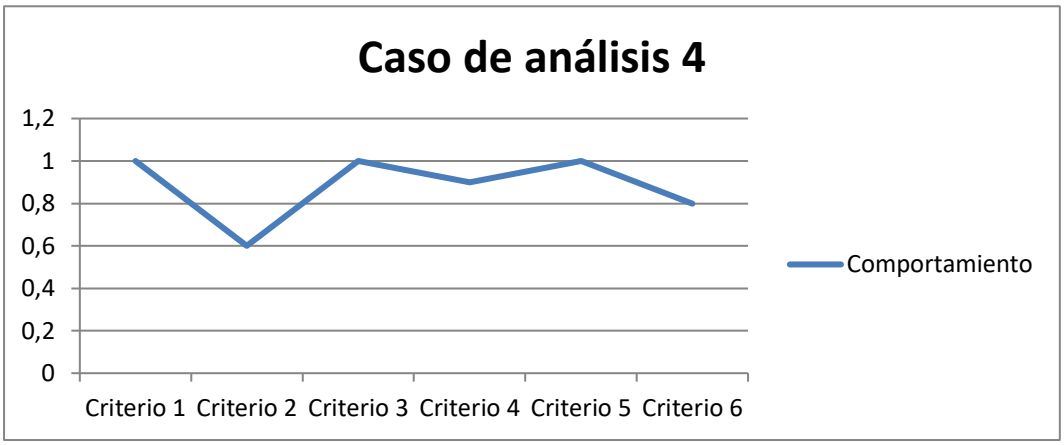


Figura 4: Mapa de datos del comportamiento del Caso de análisis 4.

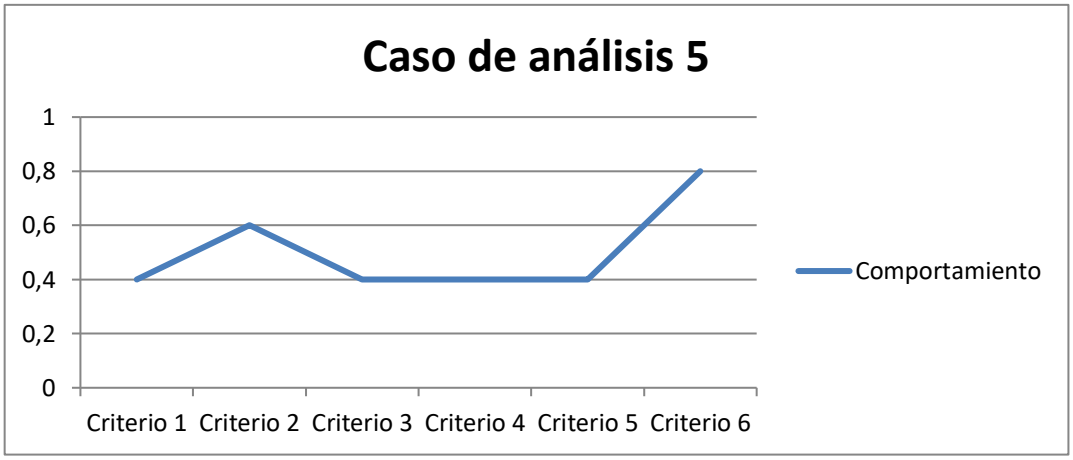


Figura 5: Mapa de datos del comportamiento del caso de análisis 5.

Una vez obtenido el mapa de las alternativas se obtuvo el cálculo de la similitud que se muestra mediante la tabla 3.

Tabla 3: Similitud entre los casos de análisis almacenado y el perfil del caso de estudio.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
0.74	0.64	0.81	0.54	0.58

Por lo tanto a partir del análisis de los resultados se realiza el proceso de ordenamiento de alternativas. A partir del proceso se visualizan la alternativa objeto de atención. La expresión 8 muestra el resultado del ordenamiento realizado.

$$\{a_3, a_1, a_2\} \tag{8}$$

A partir del ordenamiento el método realiza como recomendación la (a_3) que se corresponden con la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica hospital Luis Vernaza como primera instancia y posteriormente (a_1) como segundo nivel de factibilidad según el análisis realizado.

4 Análisis de los resultados

En el presente estudio se encontró que se realizan 700 colecistectomías laparoscópicas en el Departamento de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza desde febrero 2016 a julio 2018, procedimiento realizado a 460 mujeres y 240 varones, de los cuales se producen 34 lesiones a la vía biliar.
Características epidemiológicas de pacientes que se realizaron colecistectomía laparoscópica, Hospital Luis Vernaza

febrero 2016 - julio 2018.

Tabla 4. Datos epidemiológicos del estudio. Género.

Género		
Pacientes	**Pacientes**	**Porcentaje**
Masculino	240	34,29
Femenino	460	65,71
TOTAL	**700**	**100,00**

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

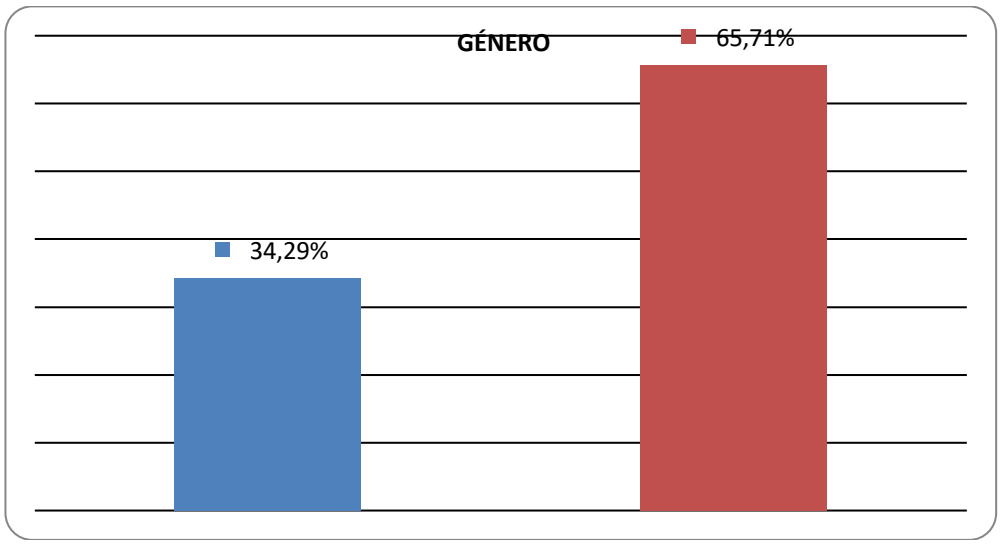


Figura 6. Género de pacientes que se realizaron colecistectomía laparoscópica.

En la tabla 4 y figura 6, se describe las características epidemiológicas del estudio: con respecto al género tenemos que el masculino tuvo el 34,29% (240/700), y el femenino 64,71% (460/700); siendo el género femenino el de mayor repunté en este procedimiento.

Tabla 5. Datos epidemiológicos del estudio. Edad.

Edad		
Edades	**Pacientes**	**Porcentaje**
18 - 30	152	21,71
31 - 50	235	33,57
51 - 70	202	28,86
> 71	111	15,86
TOTAL	700	100,00

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

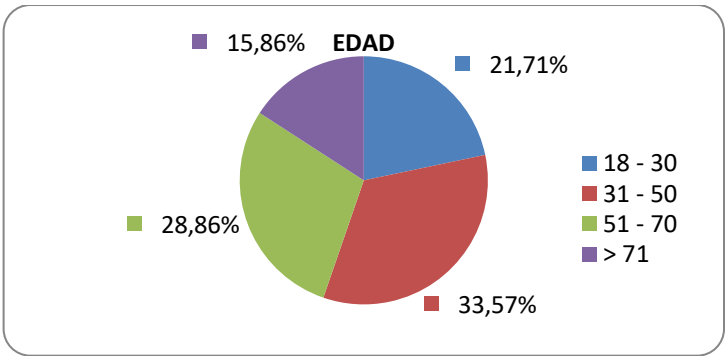


Figura 7. Edades de pacientes que se realizaron colecistectomía laparoscópica.

En la tabla 6 y figura 7 se describe las características epidemiológicas: con respecto a las edades tenemos al grupo etario de 18 a 30 años con el 21,71% (152/700); de 31 a 50 años el 33,57% (235/700), de 51 a 70 años el 28,86% (202/700) y en mayores de 71 años con el 15,86% (111/700). Como resultado final se observó que el grupo etario más vulnerable fue de 31 a 50 años.

Tipos más comunes de lesión de vía biliar durante la colecistectomía laparoscópica.

Tabla 7. Complicaciones de vía biliar

COMPLICACIONES EN VÍA BILIAR		
Colecistectomía laparoscópica	**Pacientes**	**Porcentajes**
Complicaciones	34	4,86
Sin complicaciones	666	95,14
TOTAL	700	100,00

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

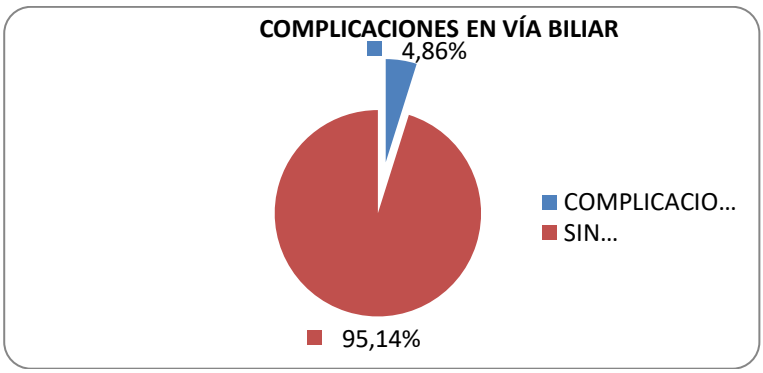


Figura 8. Complicaciones en vía biliar durante colecistectomía laparoscópica.

En la tabla 7 y figura 8 se observa en las complicaciones en la vía biliar durante la colecistectomía laparoscópica: Durante el tiempo del estudio se realizaron 700 colecistectomía laparoscópica, de las cuales el 4,86% (34/700) presentaron complicaciones en la vía biliar durante el procedimiento, y 95,14% (666/700) no presentaron complicaciones de esta índole o simplemente no presentaron ningún tipo de complicaciones. Como resultado final se observó que el grado de complicación de vía biliar es bajo.

La clasificación de Strasberg.

Tabla 8. Tipos de lesión de vía biliar.

Clasificación de Strasberg		
Tipos de lesiones	**Pacientes**	**Porcentaje**
Tipo A	19	55,88

Clasificación de Strasberg		
Tipo B	0	-
Tipo C	1	2,94
Tipo D	10	29,41
Tipo E1	0	-
Tipo E2	3	8,82
Tipo E3	0	-
Tipo E4	1	2,94
Tipo E5	0	-
TOTAL	**34**	**100,00**

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza, febrero 2016 a julio 2018.

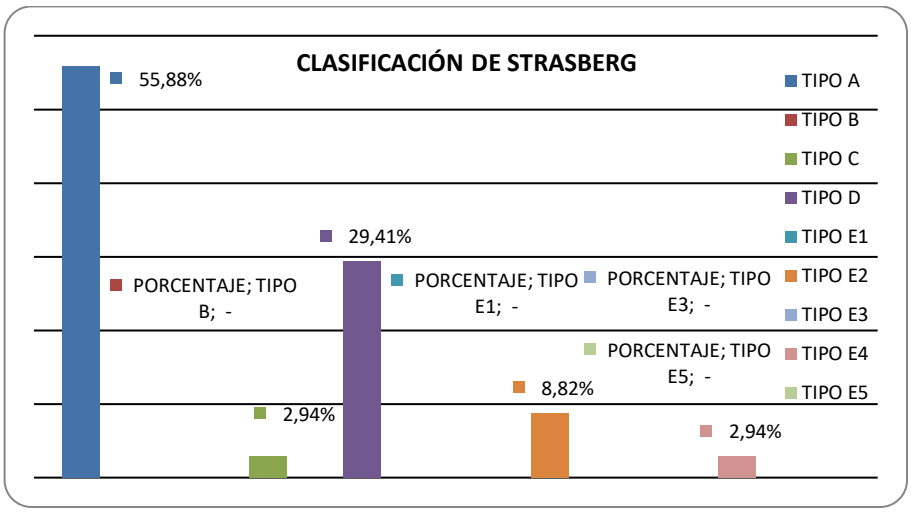


Figura 9. Complicaciones en vía biliar durante colecistectomía laparoscópica.

En la tabla 8 y figura 9 se describe las complicaciones de vía biliar durante la colecistectomía laparoscópica: el tipo A un 55, 88% (19); tipo C 2,94% (1); Tipo D 29,41% (10); Tipo E2 8,8% (3), Tipo E4 con 2,94% (1), Tipo B, E1, E3, y E5 no hubieron complicaciones. En resumen se observó que la complicación más frecuente fue la tipo I (ver clasificación de Strasberg).

Tipos de tratamiento.

Tabla 9. Tipos de tratamientos en lesión de vía biliar - clasificación de Strasberg.

Clasificación De Strasberg - Tipo de Tratamiento								
Tipos de lesiones	**Pacientes**	**CPRE y Stem**	**%**	**Y Roux**	**%**	**Rafia Primaria**	**%**	**%**
TIPO A	19	12	63.16	7	36.84			100.00
TIPO C	1			1	100.00			100.00
TIPO D	10	1	10.00	7	70.00	2	20.00	100.00
TIPO E2	3	1	33.33	2	66.67			100.00
TIPO E4	1			1	100.00			100.00
TOTAL	**34**	**14**		**18**		**2**		

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

Con respecto al tratamiento de las complicaciones de vía biliar de acuerdo a la clasificación de Strasberg tenemos: Tipo A: el 63% (12 pacientes) CPRE y colocación de Stem, 36,84% (7 pacientes) derivación biliodigestiva; Tipo C: 100% (1 paciente) derivación biliodigestiva; Tipo D: 10% (1 paciente) CPRE y colocación de Stem, 70% (7 pacientes) derivación biliodigestiva, 20% (2) rafia primaria; Tipo E2: 33,3% (1 paciente) CPRE y colocación de Stem, 66,7% (2 pacientes) derivación biliodigestiva; Tipo E4: 100% (1 paciente) derivación biliodigestiva.

Estancia hospitalaria de lesiones de la vía biliar en cirugía laparoscópica.

Tabla 10. Estancia hospitalaria

Estancia Hospitalaria		
Estancia (días)	**Pacientes**	**Porcentaje**
01 -15 días	25	73,53
16 - 30 días	6	17,65
Más de 31 días	3	8,82
TOTAL	34	100,00

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

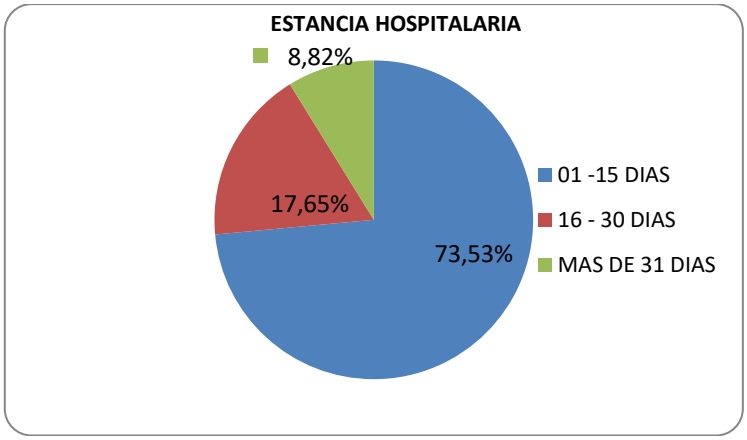


Figura 11. Estancia hospitalaria en pacientes con complicaciones en vía biliar.

En la tabla 10 y figura 11 se describe la estancia hospitalaria: tenemos que de 1 a 15 días permanecieron el 73,53% (25) de pacientes, de 16 a 30 días el 17,65% (6) y más de 31 días el 8,82% (3) de pacientes. En conclusión, los días de hospitalización de los pacientes del estudio más frecuente fue 1 a 15 días.

Mortalidad de las lesiones quirúrgicas de la vía biliar.

Tabla 11. Mortalidad.

Mortalidad		
Egreso	**Pacientes**	**Porcentajes**
Mortalidad	5	14,71
Vivo	29	85,29
TOTAL	**34**	**100,00**

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

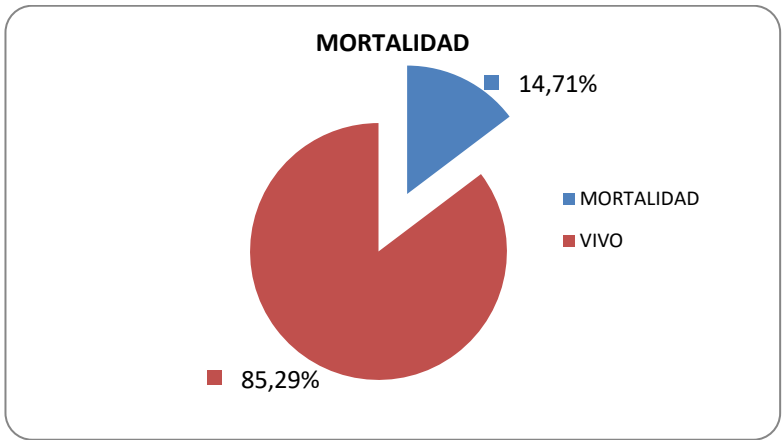


Figura 12. Mortalidad en pacientes que presentaron complicaciones de vía biliar.

En la tabla 11 y figura 12 se describe la mortalidad: como resultado tenemos que el 85,29% (29) de los pacientes estudiados tuvieron alta médica hospitalaria vivos, el 14,71% (5) tuvieron como motivo de salida fallecimiento. Analizando este objetivo llegó a la conclusión que la mortalidad fue considerable.

Conversiones a cirugía abierta de las lesiones de la vía biliar en cirugía laparoscópica.

Tabla 12. Cirugías convertidas.

Cirugías Convertidas		
Colecistectomía laparoscópica	**Pacientes**	**Porcentajes**
No conversiones	14	41,18
Conversiones	20	58,82
TOTAL	**34**	**100,00**

Fuente: Historia clínica de pacientes atendidos en el servicio de Cirugía General del Hospital Luis Vernaza.

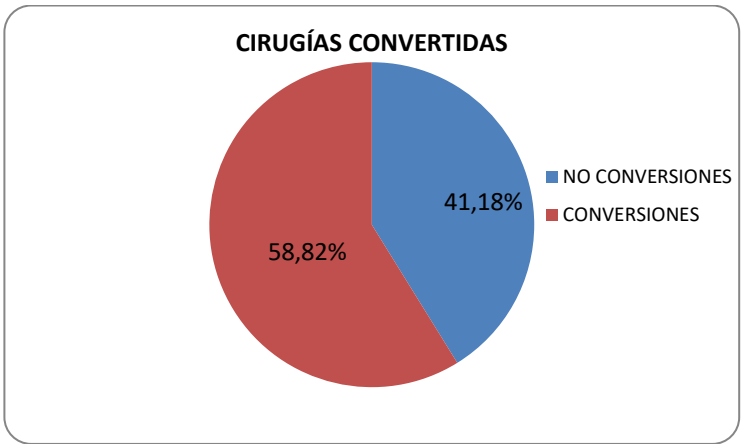


Figura 13. Cirugías convertidas por lesión advertida durante colecistectomía laparoscópica.

En la tabla 12 y figura 13 se describe la conversión a cirugía tradicional: como resultado tenemos que el 58,82% (20/34) de las cirugías laparoscópica que se complicaron tuvieron que ser convertidas, y el 41,18% (14/34) se resolvió sin tener que llevar a la cirugía tradicional. En conclusión, la tasa de conversión a cirugía tradicional fue alta.

5 Discusión

Analizando la primera pregunta de investigación que indica: ¿Cuáles son los tipos más comunes de lesión de vía biliar durante la colecistectomía laparoscópica?, en nuestro trabajo se observó que del total de pacientes que se realizó colecistectomía laparoscópica (700 pacientes), el 4,86% presentaron complicaciones (34 pacientes);

comparándola con la literatura internacional llama la atención que nuestra incidencia es alta; un estudio retrospectivo, descriptivo del período enero de 2000 a septiembre del 2008 realizado en Honduras, Tegucigalpa, revela que la frecuencia de lesiones de vía biliar por vía laparoscópica fue de 0.6%.En una revisión realizada en el Reino Unido por McMahon se observó que la prevalencia de lesiones de la VBP fue del 0,3%. En China en el Departamento de Cirugía Hepatobiliar, Hospital General del EPL, Beijing se estudiaron un total de 39.238 casos de colecistectomía laparoscópica de los cuales 409 (1,04%) tuvieron complicaciones. las estadísticas internacionales globales indican que las complicaciones de vía biliar esta entre en 0,2 y 0,8%.

En nuestro estudio con relación a la complicación en la vía biliar durante el colecistectomía laparoscópica fue, teniendo en cuenta la clasificación de Stransberg tipo A (Fuga biliar en pequeño conducto en continuidad con el hepático común en conducto cístico o canal de Luschka) en un 55,88%, relacionando con la estadística internacional es similar; En el Hospital Ramón y Cajal, Madrid, España la tasa de lesión del conducto cístico fue del 0,3%; En China, el Hospital General del EPL de Beijing, la lesión del conducto biliar más común fue la fístula de conducto cístico (0,11%); De Wit realizó un estudio de más de 114,000 colecistectomías laparoscópicas, encontrando que la fuga del lecho de la vesícula biliar, o del cístico fue de 0.38%.

Con respecto a la segunda pregunta que versaba ¿Cuál es la estancia hospitalaria de lesiones de la vía biliar en cirugía laparoscópica?, En nuestro trabajo de investigación de 1 a 15 días fue el tiempo hospitalario que más se repitió en los pacientes con un 73,53%; En un estudio similar en nuestro país, Prieto Ronald realizó un estudio en 2015 donde observó que la estancia media fue de 1 a 5 días con un 93,7%; Priego en Madrid 2009 realizó otro estudio con respecto a las complicaciones hospitalarias en colecistectomía laparoscópica y su resultado fue del 3,4 días con un total de 89 pacientes (78%) [38]. Nuestro estudio tiene datos similares a los observados en estudios internacionales. En Ecuador en el 2015 se realizó un estudio en el hospital Luis Vernaza con el promedio de estancia hospitalaria fue de 3,12 días con un 93,7%, con un rango de 1 a 5 días. Priego encabezó un estudio determinaron que la estancia media hospitalaria fue de 3,06 días [38].

Con respecto a la tercera pregunta de investigación que dice: ¿Cuál es la mortalidad de las lesiones quirúrgicas de la vía biliar?, en el presente estudio de investigación la mortalidad fue del 14,71%, datos similares encontrados en la literatura universal. Priego et al en un estudio determinó la tasa de mortalidad fue de 13% (5 pacientes) [38]; Loureiro encabezó un estudio en Sao Paulo sobre mortalidad en pacientes que presentaron complicaciones por cirugía laparoscópica e indicó, a pesar que la propia reintervención es necesaria para resolver el problema, es importante considerar las importantes tasas de mortalidad 12% [39].

Analizando la cuarta pregunta de investigación que dice: ¿Cuál es el porcentaje de conversiones a cirugía abierta de las lesiones de la vía biliar en cirugía laparoscópica? Como resultado en nuestro estudio se observó que la conversión a cirugía convencional fue del 58,82%; resultados obtenidos en nuestro trabajo revelan estadísticas más altas comparadas con las internacionales donde se ha obtenido un porcentaje de conversión a cirugía abierta fue de 4,6% en la cirugía electiva y de 9,4% en la de urgencia, pudiendo llegar a un 15% en esta última. En el estudio que realizó Priego en Madrid concluyó que la conversión a cirugía abierta se produjo en 8,3% [38].

Conclusión

A partir de la implementación del método multicriterio neutrosófico fue posible la evaluación de lesiones de la vía biliar en colecistectomía laparoscópica en el Hospital Luis Vernaza. Se puedo evidenciar además que el género afectado más frecuente fue el femenino, la edad vulnerable fue de 31 a 50 años de edad, la complicación de vía biliar en la colecistectomía laparoscópica es alta, la estancia hospitalaria de los pacientes del estudio fue de 1 a 15 días, la mortalidad es considerable, la tasa de conversión a cirugía tradicional es alta.

El estudio de permitió identificar a partir del procesamiento estadística en el hospital sobre las complicaciones de la vía biliar y ser la base para futuras investigaciones sobre este tema. El estudio ayuda a entender la importancia de la valoración médica del paciente previo al procedimiento y de buscar alternativas precoces en el transquirúrgico o posoperatorio inmediato para evitar complicaciones.

Referencias

[1] S. J. C. Roa, R. C. Ferreccio, and P. J. F. Miquel, "Cáncer de la vesícula biliar: estudios necesarios para el diseño de estrategias de prevención y diagnóstico precoz," *Revista Médica Clínica Las Condes,* vol. 22, no. 4, pp. 486-491, 2011.

[2] M. F. C. Quirós, "Colecistitis aguda alitiásica," *Revista Médica Sinergia,* vol. 3, no. 06, pp. 3-8, 2018.

[3] M. T. Bravo, and A. A. Martínez, "Enfermedad litiásica biliar," *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado,* vol. 11, no. 8, pp. 481-488, 2012.

[4] R. M. Fernández, N. V. Senra, E. F. Ríos, V. M. Barreiro, and J. Domínguez-Muñoz, "Enfermedad litiásica biliar," *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado,* vol. 13, no. 9, pp. 488-496, 2020.

[5] N. L. S. García, U. P. Gordillo, F. P. Triana, Y. H. Casas, P. L. Cabrera, and E. F. Cabrera, "Tratamiento endoscópico de las estenosis poscolescistectomía de la vía biliar," *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas,* vol. 39, no. 4, 2020.

[6] A. Salom, A. Miranda, C. Pais, F. Murias, B. Giliberti, L. Abiuso, N. Mastrogiovanni, and R. Valiñas, "Incidencia de litiasis vesicular asintomática en pacientes con complicaciones biliares," *Revista Cirugía del Uruguay,* vol. 6, no. 1, 2022.

[7] L. Vargas, M. Agudelo, R. Lizcano, M. Martínez, L. Velandia, S. Sánchez, Ó. Jiménez, and M. Quintero, "Factores asociados con la conversión de la colecistectomía laparoscópica a colecistectomía abierta," *Revista colombiana de Gastroenterología,* vol. 32, no. 1, pp. 20-23, 2017.

[8] Y. Izquierdo, N. D. Díaz, N. Muñoz, O. Guzmán, I. C. Bustos, and J. Gutiérrez, "Factores prequirúrgicos asociados con dificultades técnicas de la colecistectomía laparoscópica en la colecistitis aguda," *Radiología,* vol. 60, no. 1, pp. 57-63, 2018.

[9] P. A. Chinchilla, D. R. Baquero, and J. E. Ruiz, "Factores preoperatorios de riesgo asociados a conversión a técnica abierta en colecistectomía laparoscópica de urgencia," *Revista Colombiana de Cirugía,* vol. 33, no. 2, pp. 145-153, 2018.

[10] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[11] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[12] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[13] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[14] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[15] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[16] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[17] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[18] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[19] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[20] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[21] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

[22] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[23] M. Y. Leyva Vázquez, and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[24] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[25] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[26] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y.-Q. Zhang, *interval neutrosophic sets and logic: theory and applications in computing: Theory and applications in computing*: Infinite Study, 2005.

[27] F. Martínez, "Aplicaciones al modelo conexionista de lenguaje y su aplicación al reconocimiento de secuencias y traducción automática," Universidad Poloténica de Valencia, 2012.

[28] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[29] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[30] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[31] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[32] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.

[33] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[34] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[35] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

[36] L. K. Á. Gómez, D. A. V. Intriago, A. M. I. Morán, L. R. M. Gómez, J. A. A. Armas, M. A. M. Alcívar, and L. K. B. Villanueva, "Use of neutrosophy for the detection of operational risk in corporate financial management for administrative excellence," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 75, 2019.

[37] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[38] P. Priego, C. Ramiro, J. Molina, G. Rodríguez Velasco, E. Lobo, J. Galindo, and V. Fresneda, "Resultados de la colecistectomía laparoscópica en un hospital universitario de tercer nivel tras 17 años de experiencia," *Revista Española de Enfermedades Digestivas,* vol. 101, no. 1, pp. 20-30, 2009.

[39] A. E. Al Mula, and M. Loureiro, "Reparación extraperitoneal total endoscópica de hernia inguinal: cómo superar obstáculos y mejorar la técnica," *Revista Latinoamericana de Cirugía*, pp. 21.

Recibido: Mayo 22, 2022. **Aceptado:** Junio 10, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos

Neutrosophic multicriteria evaluation of negative pressure pump therapy for soft tissue injuries of the limbs in diabetic patients

Luis Alberto Ortiz Zambrano[1] Melissa Eliana Del Campo Zapata[2] and Jeanneth Elizabeth Jami Carrera[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1709-8740.
E-mail: uq.luisortiz@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-8548-9890.
E-mail: docentetp65@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2217-9593.
E-mail: ua.jeannethjami@uniandes.edu.ec

Resumen. La resolución de las lesiones de las partes blandas representa un gran desafío para el cirujano. Presentamos un paciente diabético que sufrió un accidente de tránsito y a consecuencia lesión de partes blandas en extremidad inferior derecha cuyo tratamiento se realizó con bomba de presión negativa, Sistema de Cierre Asistido al Vacío por sus siglas en inglés (terapia VAC). Se desarrolla un método para la evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. Se toma como escenario de implementación un caso clínico de paciente diabético que sufrió heridas graves en miembro inferior derecho, las cuales fueron tratadas mediante desbridamiento quirúrgico, bomba de presión negativa y cirugía reconstructiva. El paciente atendido se recuperó sin signos de infección. Se realizaron 7 limpiezas quirúrgicas por arrastre y una vez en condiciones para procedimiento reconstructivo se realizó injerto de piel. El tratamiento con bomba de presión negativa (VAC) es útil, eficaz, seguro y genera un ambiente controlado que favorece la curación, con bajo índice de complicaciones.

Palabras Claves: Lesión de partes blandas, bomba de presión negativa, limpieza quirúrgica por arrastre, procedimientos de cirugía reconstructiva.

Abstract. The resolution of soft tissue injuries represents a great challenge for the surgeon. We present a diabetic patient who suffered a traffic accident and as a consequence soft tissue injury in the right lower extremity whose treatment was performed with a negative pressure pump, Vacuum Assisted Closure System (VAC therapy). A method for neutrosophic multicriteria evaluation of negative pressure pump treatment for limb soft tissue injuries in diabetic patients is developed. A clinical case of a diabetic patient who suffered serious injuries to the lower right limb, which were treated by surgical debridement, negative pressure pump and reconstructive surgery, is taken as the implementation scenario. The treated patient recovered without signs of infection. 7 surgical cleanings were performed by dragging and once in conditions for the reconstructive procedure, a skin graft was performed. Treatment with a negative pressure pump (VAC) is useful, effective, safe and generates a controlled environment that favors healing, with a low rate of complications.

Keywords: Soft tissue injury, negative pressure pump, surgical cleaning by dragging, reconstructive surgery procedures.

1 Introducción

El manejo y tratamiento de las heridas graves de los miembros son de difícil manejo y supone un gran desafío, que exige un equipo multidisciplinario (cirujanos generales, traumatólogos, cirujanos plásticos, cirujanos vasculares, etc.) para lograr resultados idóneos en el proceso de curación de este tipo de pacientes [1]. La cicatrización primaria requiere que los bordes de las heridas tengan contacto, así se reduce la pérdida de sangre y pro

mueve la restitución del epitelio [2].

Si un trauma y/o una complicación posquirúrgica produce una herida de gran tamaño con pérdida de sustancia, el cierre primario no puede realizarse, tocando realizar otros tipos de procedimientos quirúrgicos (colgajos musculares de vecindad o injertos musculares, etc.); la segunda opción puede ser dejar que la herida cicatrice por segunda intención, lo cual requiere la aposición de matriz proteica y la formación de neovascularización, para

que así aparezca tejido de granulación, seguido por la migración de queratinocitos a través del defecto [3].

Este tipo de heridas presentan reacción inflamatoria mayor que otras heridas debido a la cantidad de tejido necrosado y exudados que eliminan, lo cual hace que se retrase la curación. Así, la cicatrización no puede completarse hasta que la respuesta inflamatoria do mine al agente lesivo y se hayan eliminado los restos necróticos y el exudado para permitir la penetración del tejido de granulación desde los bordes [4]. Este proceso es lento y requiere múltiples procedimientos-curaciones, que en algunos casos se realizan en quirófano y con anestesia, se dan tiempos prolongados de internación, los cuales insumen recursos humanos y hospitalarios [5].

El objetivo de esta publicación es presentar una evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos, a partir de nuestra experiencia en el tratamiento de este tipo de heridas graves utilizando una bomba de presión negativa que acelera los tiempos de curación.

Las propiedades con las que cuenta esta técnica cuyos precursores han venido trabajando desde principios del siglo pasado, le han valido el reconocimiento de la *Food and Drug Administration*, de los Estados Unidos, para el tratamiento de pacientes con úlceras, pie diabético, heridas traumáticas o heridas quirúrgicas infectadas, desde 1995.

Es un tratamiento efectivo para tratar heridas graves con evolución tórpida y de difícil manejo, reduciendo efectivamente en el tiempo cicatrización, aislando la herida del medio, tratando y estimulando la granulación, logrando que el riesgo para los pacientes que presenten este tipo de heridas disminuya significativamente, evitando complicaciones mayores e incluso amputaciones [6].

Técnica de colocación: el sistema consta de varios elementos esenciales. Se utiliza una esponja de poliuretano con poros de 400 a 600 micrones que se conecta, a través de tubos de drenaje no colapsables, a una bomba de aspiración. La colocación del tubo a través de la esponja asegura la distribución uniforme de la presión en toda la herida [7].

Luego de realizar el desbridamiento de la herida se recorta la esponja de modo que la abarque en toda su extensión, sin apoyar sobre piel sana; esto se sella con un apósito transparente adhesivo, de manera que cubra la esponja y el tubo de drenaje, tomando la precaución de que el tubo de aspiración no esté en contacto directo con la piel (ya que puede causar una lesión). Todo esto forma un sistema cerrado compuesto por la herida, la esponja, la luz del tubo y el reservorio [8].

Lo habitual es colocar la bomba de aspiración a una presión constante de 125 mm Hg por debajo de la presión ambiental. La bomba brinda la posibilidad de utilizar distintas presiones, además de aspirar en forma continua o intermitente. Si la herida ha sido bien sellada cuando comienza a funcionar la bomba, se genera un vacío que es objetivable por el colapso de la esponja [9]. El cambio de todo el sistema se realiza con intervalos variables según el tipo de herida y puede efectuarse en la habitación del paciente, sin necesidad de anestesia.

2 Estructura del método multicriterio para la evaluación neutrosófica del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas

Para evaluación del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos se utilizó un método que basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre[10-12]. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, donde se modelan los indicadores para determinar el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas[10, 13, 14]. El método utiliza para la inferencia la Ponderación Lineal Neutrosófica[15-17]. Está diseñado mediante una estructura de tres actividades que en su conjunto determina el análisis evaluativo[15, 18-20].

Actividad 1: Identificación los criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa

Representa el conjunto de criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa[21-24]. El conjunto de criterios representan un parámetro de entrada del método propuesto, se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como[25-27]:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, $n \geq 2$, indicadores que representan los criterios evaluativos.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios que definen el tratamiento

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a las habilidades [28, 29]. Representa un parámetro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\},\ m \geq 2$, donde E, representa los expertos que determinan los vectores de pesos asociados a las habilidades.

Actividad 3: Evaluación de los criterios que definen el tratamiento

La actividad representa el procesamiento del método de inferencia para determinar los criterios que definen el tratamiento. El procesamiento de los datos se realiza mediante la ponderación lineal neutrosófica ,[30], [31] que constituye un método multicriterio [19, 20, 32]. La ponderación lineal neutrosófica representa una alternativa a los métodos multicriterios clásicos [33], [34]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 1.

$$R_i = \sum_j W_j\, r_{ij} \tag{1}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y *n* criterios [35, 36]. Para cada criterio *j* el decisor estima cada alternativa *i*. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio [37, 38]. Se asigna un peso $W_j (j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [39],[40],[41], [42]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [43], [44], [34]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [45], [46], [47]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia *p* se tiene [48-50]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 3.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{3}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_{j.}$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$r_{ij:}$ representa la evaluación de la alternativa *i* respecto al criterio *j* que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Implementación del método

A continuación se realiza una descripción de la corrida por actividades del método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa.

Actividad 1: Identificación los criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa

Para la presente investigación se consultaron 5 expertos a partir de los cuales se identificaron los criterios evaluativos. La tabla 2 muestra los criterios resultantes[16, 17, 49, 51].

Tabla 1: Criterios evaluativos que definen el tratamiento con bomba de presión negativa.

No	Criterios que definen el tratamiento
C_1	Limpieza quirúrgica por arrastre
C_2	Injerto libre de piel
C_3	Buen estado general del paciente
C_4	Presencia de procesos infecciosos
C_5	Problemas relacionados con cobertura cutánea

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios que definen el tratamiento

La actividad emplea un enfoque multiexperto para la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios para determinar el tratamiento con bomba de presión negativa. La actividad representa la base para el procesamiento de las inferencias. La tabla 2 muestra el resultado de los vectores de pesos atribuidos a los síntomas para determinar prevalencia[52-55].

Tabla 2: Pesos asociados a los criterios para evaluar el tratamiento con bomba de presión negativa.

Criterios evaluativos	Pesos neutrosófico asociados
C_1	(0.70,0.25,0.30)
C_2	(0.60,0.35,0.40)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)
C_5	(0.8,0,15,0.20)

Actividad 3: Evaluación de los criterios que definen el tratamiento.

Para obtener los resultados a partir de los métodos propuestos se hace uso de la Neutrosofía y en particular de la escala lingüística, S, $vk_j \in S$, donde; $S=\{s1,\ldots,s_g\}$, es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características *ck* utilizando los números Neutrosóficos de Valor Único (SVN), para el análisis de los términos lingüísticos resultantes. La escala de términos lingüísticos a utilizar se muestra en la Tabla 3[32, 56, 57].

Tabla 3. Escala de términos lingüísticos.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Basado en los resultados obtenidos, se utiliza la Neutrosofía para cuantificar los criterios del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. El análisis se realiza a partir de la escala de términos lingüísticos y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Tabla para evaluar el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas.

Criterios evaluativos	Etiqueta Lingüística	Valor Neutrosófico
C_1	Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)

C_2	Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
C_3	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
C_5	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)

A partir de la Ponderación Lineal Neutrosófica propuesta para el método, se realiza el cálculo para el análisis de del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. La tabla 6 nuestra los datos y el resultado del procesamiento a partir del cálculo de la ecuación 3.

Tabla 5: Resultados del procesamiento.

Criterios evaluativos	Valor neutrosófico de preferencia	Vector de peso neutrosófico	Cálculo
C_1	(0.60,0.35,0.40)	(0.70,0.25,0.30)	(0.65,0.25,0.25)
C_2	(0.70,0.25,0.30)	(0.60,0.35,0.40)	(0.65,0.25,0.25)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9,0.15,0.15)
C_4	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0.15,0.15)
C_5	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.85,0.15,0.15)
Inferencia			(0.78,0.15,0.15)

A partir de la inferencia obtenida se concluye que el análisis sobre los criterios del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos se encuentra valorada para el caso objeto de estudio como muy bueno con un índice de 0.78.

4 Descripción del caso clínico

Se utilizó como caso de análisis a un paciente masculino de 55 años edad, APP: DM2, HTA; niega antecedentes quirúrgicos y alérgicos. Indica haber sufrido accidente de tránsito posterior a lo cual presenta lesiones graves en extremidad inferior derecha que compromete piel, tejido celular subcutáneo y músculos de la región lateral externa e interna de muslo y pierna derecha, lo cual le dificulta la motilidad de su extremidad y apreciamos importante tejido con necrosis y eliminación de material purulento.

Es valorado por médicos de otra casa de salud y tras no ver respuesta positiva en intentar solucionar su cuadro clínico nos consulta particularmente. Tras valorar cuadro clínico se revisan radiografías y ecografía de partes blandas donde apreciamos que no existe lesión ósea, sin embargo el compromiso de estructuras de partes blandas antes señaladas comprometían la integridad de su extremidad.

Figura 1. Lesión de partes blandas en cara interna de muslo y pierna derecha, compromiso en piel, tejido celular subcutáneo, afección muscular, presencia de colecciones y tejido necrótico.

Figura 2. Lesión de partes blandas en cara externa de muslo y pierna derecha, compromiso en piel, tejido celular subcutáneo, afección muscular, colecciones y tejido necrótico.

Se decide realizar procedimiento quirúrgico, limpieza quirúrgica por arrastre y se desbridan todos los tejidos que se aprecian con signos de necrosis, se drenan colecciones y lavamos con abundante solución salina.

Figura 3. Desbridamiento quirúrgico, se retiran colecciones y tejido necrótico localizado en cara interna de muslo y pierna derecha, que comprometían piel, tejido celular subcutáneo, músculos.

Figura 4. Desbridamiento quirúrgico, se retiran colecciones y tejido necrótico localizado en cara interna de muslo y pierna derecha, que comprometían piel, tejido celular subcutáneo, músculos.

Se programa en 48 horas una nueva intervención quirúrgica para desbridar nuevos tejidos necrosados y seguir drenando colecciones, se decide colocar dispositivo de aspiración negativa continua VAC con el cual intervenimos quirúrgicamente después de 5 días.

Figura 5. Se aprecia colocación de sistema VAC, se cubre toda zona afecta con esponja hidrofóbica de poliuretano, cubierta con una película adhesiva semi-oclusiva y sistema de tubo conector.

Figura 6. Sistema VAC encendido, se aprecia el colapso de esponja hidrofóbica y drenaje de herida

Figura 6. Unidad de terapia y canister o recolector de secreciones.

Posteriormente se realizan 5 limpiezas quirúrgicas observándose tejido de granulación y una vez controlado el proceso se decide intervenir para colocación de injerto de piel. Se realiza injerto obteniendo piel de región anterior de muslo izquierdo y colocándolo en región lateral interna y externa de miembro afecto, al cabo de varias semanas se aprecia evolución satisfactoria.

Figura 7. Se aprecia extremidad afecta con colocación de injerto, cara interna muslo y pierna derecha.

Figura 7. Se aprecia extremidad afecta con colocación de injerto, cara externa muslo y pierna derecha.

El paciente permaneció internado durante el tratamiento mientras se controlaba el estado local de la herida y el estado general del paciente. Se realizó el control semanal con análisis de sangre completo, monitorizando fundamentalmente el balance hidroelectrolítico y la función renal.

Resultados

Se consideró exitoso el tratamiento cuando el tejido de granulación cubrió el lecho de la herida en ausencia de signos de infección. Se realizó injerto libre de piel para el cierre definitivo de la herida. En ningún caso se observó deterioro del estado general del paciente ni alteraciones en los valores de laboratorio. No se observaron procesos

infecciosos luego del cierre definitivo ni problemas relacionados con la cobertura cutánea.

Figura 8. Secuencia de imágenes de seguimiento sobre el caso de análisis.

Conclusión

A partir de la implementación del método fue posible la evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. Sin embargo, se pudo evidenciar que el uso de la terapia VAC en heridas complejas y de difícil tratamiento ha demostrado grandes beneficios referentes a la cicatrización, acelerando su proceso y evitando infecciones mayores del lecho de la herida.

En el caso en particular la utilización del sistema de presión negativa VAC impidió la amputación de la extremidad afectada, procedimiento que estuvo siempre como opción quirúrgica, se presentó esta otra alternativa de tratamiento como un método favorable para el paciente a pesar de su gran costo; sin embargo, se salvaguardó la integridad física del paciente, así como la funcionalidad de la extremidad afectada.

Esto nos lleva a pensar que la utilización de un dispositivo con presión negativa es muy útil para el tratamiento definitivo de las heridas graves de los miembros o como paso previo a un procedimiento reconstructivo más complejo.

Referencias

[1] F. A. Rodríguez, A. I. Henao, S. C. Osorno, and F. A. Jaimes, "Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la sepsis en el servicio de urgencias de adultos," *Acta Médica Colombiana,* vol. 33, no. 3, pp. 139-149, 2008.

[2] D. Annane, E. Bellissant, P. Bollaert, J. Briegel, D. Keh, and Y. Kupfer, "Corticosteroids for treating sepsis (2015) Cochrane Database Syst Rev, 12, p," *CD002243., PID,* vol. 26633262.

[3] D. C. López-Medina, M. Henao-Perez, J. Arenas-Andrade, E. D. Hinestroza-Marín, F. A. Jaimes-Barragán, and O. I. Quirós-Gómez, "Epidemiología del shock séptico en un servicio de atención médica prehospitalaria en cinco ciudades colombianas," *Revista Brasileira de Terapia Intensiva,* vol. 32, pp. 28-36, 2020.

[4] J. C. González Aguilera, M. D. Mengana Medina, Y. E. Vázquez Belizón, E. Dorta Rodríguez, and L. A. Algas Hechavarría, "Manifestaciones cutáneas por choque séptico en una adulta," *Medisan,* vol. 19, no. 5, pp. 638-644, 2015.

[5] Y. D. Pacheco Pacori, and O. García Duque, "Necrosis isquémica de todos los dedos y ortejos después del uso de norepinefrina en paciente ginecológico." pp. 149-152.

[6] G. Sirgo, R. Claramonte, M. Chánovas, F. Esteban, I. Forcadell, J. Luna, G. Masdeu, J. R. Vázquez, and A. Artigas, "Células dendríticas en la sepsis: una aproximación a la inmunosupresión postinfecciosa," *Medicina intensiva,* vol. 34, no. 8, pp. 559-566, 2010.

[7] C. E. Jiménez Jiménez, "Terapia de presión negativa: una nueva modalidad terapéutica en el manejo de heridas complejas, experiencia clínica con 87 casos y revisión de la literatura," *Revista Colombiana de Cirugía,* vol. 22, no. 4, pp. 209-224, 2007.

[8] J. Buendía Pérez, A. Vila Sobral, R. Gómez Ruiz, S. Qiu Shao, D. Marré Medina, M. Romeo, G. Rodríguez-Losada Marco, C. Aubá Guedea, and B. Hontanilla Calatayud, "Tratamiento de heridas complejas con terapia de presión negativa: Experiencia en los últimos 6 años en la Clínica Universitaria de Navarra, Pamplona (España)," *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana,* vol. 37, pp. S65-S71, 2011.

[9] F. G. Magaña, H. O. M. Hidalgo, K. P. G. Álvarez, and W. P. D. Galván, "Uso de sistemas de cierre asistido al vacío (VAC) en heridas quirúrgicas infectadas en región cervicofacial (presentación de un caso clínico y revisión de la literatura)," *Revista Mexicana de Cirugía Bucal y Maxilofacial,* vol. 13, no. 2, pp. 40-50, 2017.

[10] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[11] M. Y. Leyva Vázquez, and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[12] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[13] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.

[14] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[15] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[16] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[17] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[18] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[19] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[20] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[21] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[22] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[23] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[24] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[25] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.

[26] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[27] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[28] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[29] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[30] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.

[31] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.

[32] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[33] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.

[34] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[35] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[36] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[37] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[38] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[39] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[40] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[41] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vasquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 204, 2020.

[42] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[43] R. G. Ortega, M. Rodríguez, M. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 16, 2019.

[44] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.

[45] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[46] J. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2015.

[47] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[48] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[49] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[50] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[51] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[52] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[53] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[54] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[55] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[56] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[57] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

Recibido: Mayo 22, 2022. **Aceptado:** Junio 10, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito: análisis comparativo entre pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, estudio in vitro

Neutrosophic method for the evaluation of the effect of pool water chlorination in Quito: comparative analysis between acid and neutral pH on superficial dental enamel, in vitro study

José Israel Castillo González[1], Andrea Katherine Miranda Anchundia[2], and Liset Camaño Carballo[3]

[1] Especialista en Prótesis Dentaria. Docente de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5033-6763. E-mail: uq.josecastillo@uniandes.edu.ec

[2] Especialista en Periodoncia. Magister en gerencia en Servicios de la Salud. Docente de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7183-2267. E-mail: uq.andreamiranda@uniandes.edu.ec

[3] Especialista en Cirugía General. Docente de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5668-8842. E-mail: ua.lisetcamano@uniandes.edu.ec

Resumen. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación in vitro del efecto que produce la cloración del agua de piscina con pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, evaluándolo a través de la prueba de microdureza. La presente investigación propone un método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito. Se desarrolla un análisis comparativo entre pH ácido y neutro sobre el esmalte dentario superficial, estudio in vitro. A partir de la estimación se realizó un estudio experimental utilizando 23 piezas permanentes y obteniendo 45 especímenes, divididos en tres grupos. Un grupo de 15 especímenes fue expuesto al agua de piscina con pH 5, otro grupo de 15 especímenes al agua de piscina con un pH de 7, ambos por 60 horas y el último grupo corresponde al grupo control. Como resultados, estadísticamente no se encontró diferencia significativa de la microdureza del esmalte superficial en el grupo sometido al agua de piscina de 7, comparado con el grupo control; sin embargo, en la muestra expuesta al agua de piscina de 5,5 si hallamos una diferencia significativa. Como conclusiones encontramos el pH de 7 en una piscina es un pH adecuado; mientras que la piscina con pH 5 resultó nocivo para el esmalte dentario superficial, disminuyendo signifcativamente su microdureza superficial en piezas permanentes tras una exposición de 60 horas.

Palabras Claves: Erosión, Esmalte dental, Microdureza Superficial.

Abstract. The objective of this work was to develop a neutrosophic method for the in vitro evaluation of the effect produced by the chlorination of swimming pool water with high and neutral pH on superficial dental enamel, evaluating it through the micro-hardness test. This research proposes a neutrosophic method for the evaluation of the effect of chlorination of swimming pool water in Quito. A comparative analysis between high and neutral pH on superficial dental enamel is developed, in vitro study. From the estimation, an experimental study was carried out using 23 permanent pieces and obtaining 45 specimens, divided into three groups. A group of 15 specimens was exposed to pool water with a pH of 5, another group of 15 specimens to pool water with a pH of 7, both for 60 hours and the last group corresponds to the control group. As a result, no statistically significant difference was found in the microhardness of the superficial enamel in the group subjected to pool water of 7, compared to the control group; however, in the sample exposed to pool water of 5.5 we did find a significant difference. As conclusions we find the pH of 7 in a pool is an adequate pH; while the pool with pH 5 was harmful to the superficial dental enamel, signifcantly reducing its superficial microhardness in permanent pieces after an exposure of 60 hours.

Keywords: Erosion, dental enamel, Surface Microhardness.

1 Introducción

La presente investigación se refiere a la pérdida de sustancia del tejido dental, reportado ya hace muchos años atrás ya que el hombre ha utilizado su dentadura como instrumento para diferentes tareas, con ellos ha cortado y masticado sus alimentos, entre otras actividades. Fajardo indicó que ésta pérdida de sustancia del tejido dental pudo darse por otros factores, entre estos encontrábamos enfermedades emergentes y hábitos alimenticios incluido ingesta de ácidos [1]. Acotando a esto en los estudios realizados en Perú, Zelada y Reyes encontraron que eventos deportivos como la natación, afectaba la cavidad bucal gracias al medio donde se desarrollaba, actuando directamente sobre el esmalte dentario superficial [2].

De acuerdo a las investigaciones realizadas, Tortolini afirmó que la erosión dental estaba ligada a una pérdida progresiva de esmalte dental y de tejido dentario, provocado por sustancias ácidas con las que habitualmente teníamos contacto [3]. De igual manera Lussi indicó que durante toda la vida, los dientes estaban expuestos a factores físicos y químicos que habrían contribuido al desgaste del tejido duro dental [4]. Así mismo en 2006 Collet mencionó que la erosión dental, no era más que un desgaste de tejidos mineralizados, donde no hubo intervención de microorganismos [5].

Arnadottir et. al., habló también sobre la erosión, explicó que esta se habría producido como resultado de una pérdida localizada, crónica y patológica del tejido duro dental, esta pérdida de sustancia se la identificó como un problema de salud oral presente en niños y adultos [6]. Sin embargo, este desgaste dental no fue evidente hasta que el paciente refirió síntomas de sensibilidad, ha existido dificultad al momento de su diagnóstico por diferencias en el criterio clínico.

El término erosión, derivó del verbo latino *erodere*, erosi, cuyo significado era roer, corroer, esta patología presentaba manifestaciones clínicas directamente sobre la superficie afectada. Collet describió a las manifestaciones clínicas de la erosión, redondeamiento de cúspides o pérdida de tejido de forma plana en las superficies lisas cuando solo hubo compromiso de esmalte y cuando existió compromiso dentario observó superficies cóncavas con borde liso y superficie pulida y lisa [7]. Acotando a esto, [6] describió la presencia de erosión en el esmalte dental como una superficie blanda con presencia de concavidades y escalones que pudieron incluso llegar a dentina.

Es así como [7] clasificó a la erosión dental de acuerdo con su severidad en tres clases; la primera lesión comprometió exclusivamente la superficie adamantina, la segunda afectó menos de un tercio de la superficie comprometiendo esmalte y dentina, la tercera clase es una lesión generalizada afectando más de un tercio de la superficie, de igual manera comprometió esmalte y dentina.

En [4] se explicó que la pérdida de sustancia del tejido dental se produjo gracias a diversos factores extrínsecos, intrínsecos e idiopáticos. Se refirió a los factores extrínsecos a aquellas sustancias químicas que en contacto íntimo con la pieza dental destruyeron el tejido, ya que afectaron de manera gradual al esmalte dentario superficial.

La condición sanitaria óptima de una piscina de natación, ha evitado una serie de enfermedades transmisibles entre bañistas, la forma en que se ha mantenido desinfectada a una piscina, es gracias al hipoclorito de sodio o cloro en gas, de esta manera ha cumplido su función de forma positiva, sin embargo, sin un control respectivo el agua baja su pH tornándose ácido.

Geurtse mencionó que el pH ideal de una piscina debe estar entre 7, 2 y 8. Acotando a esto Scheper, Amerongen & Maj mencionaron que los pacientes que realizan este deporte presentaban dos condiciones, cloración de los dientes y erosión dental, ambas producidas con un pH de 5 o inferior a este [8].

Lanata describió que este problema erosivo pudo deberse a factores ambientales, mencionó ácidos exógenos como los de algunas fábricas o piscinas con deficiente mantenimiento y presentaban bajo pH [9]. De igual manera Garone & Valquiria presenciaron lesiones erosivas en piezas dentales de nadadores que cursaban sus entrenamientos en piscinas sin control adecuado [10].

La Asociación Americana de Salud Pública (*American Public Health Association*) recomendó que el óptimo pH de piscina es de 7.2-8.0. Si se alteró este valor de pH la salud oral pudo verse afectada por el agua de piscina, provocando la denominada "erosión de los nadadores", una enfermedad, dolorosa, irreversible y costosa. Considerando a la natación como un deporte beneficioso para la salud en general, practicarlo no ha debido comprometer riesgos en la salud bucal.

Para evaluar el efecto erosivo del agua de piscina sobre la superficie del esmalte dental, han existido diferentes métodos químicos, físicos (microdurometro), análisis digital de imágenes, microscopio de barrido, observación del diente extraído, etc.

La literatura revisada sobre el tema en su mayoría son estudios realizados de manera *in vitro*, directamente sobre las piezas dentales de nadadores, por lo tanto, no se ha encontrado muchas referencias de manera *in vitro*, a pesar de que en los mencionados estudios se trabaja con limitadas variables, cabe destacar la rapidez con que los resultados están disponibles y así tomar medidas preventivas para evitar daños en la población. Es deber de las autoridades de salud pública prevenir daños al esmalte y dentina dental, considerando a la natación bueno para la

salud en general, es necesario prestar atención a la salud bucal tomando las medidas necesarias.

La investigación se realizó tomando muestras de agua de nueve piscinas ubicadas en Quito, se procedió a medir el pH de cada piscina, luego de los resultados obtenidos se eligió una piscina con el más bajo pH y otra con pH neutro.

Para la recolección de la muestra se extrajeron 23 terceros molares con fines terapéuticos. Se consideraron 23 piezas dentales sanas, sin caries ni restauraciones de ningún tipo, además, no poseían enfermedades que afecten su estructura dentaria. Se procedió a separar la corona de la raíz de la pieza dental y posteriormente se realizó un corte siguiendo el eje longitudinal de la pieza separando la parte vestibular de la palatina o lingual respectivamente.

Se conformaron 45 bloques de acrílico y se dividió 3 grupos: 15 especímenes en el grupo de agua de piscina ácida, 15 en el grupo de agua de piscina neutra y 15 en el grupo control para luego ser analizada su microdureza con el microdurómetro. El propósito de realizar este estudio es evaluar de forma in vitro el efecto erosivo que produce la cloración del agua de piscina sobre el esmalte dentario superficial, evaluándolo con el microdurometro a través de la prueba de microdureza, con el fin de alertar a la población y prevenir este problema.

El microdurómetro como su nombre lo indica es utilizado para valorar la dureza en un determinado material, para realizarlo utiliza varios métodos como Brinell, Vickers, Microvickers. Aplica una fuerza determinada en kilogramos sobre un objeto penetrador produciendo así una huella, generalmente de forma romboide, la cual es medida en micras gracias a un microscopio y así obtenemos la dureza de ese objeto.

Una vez elegido el elemento a penetrar se elige la fuerza en kilogramos que vamos a utilizar para penetrarlo, el objeto penetrador suele ser de diamante y posee una punta de forma romboide.

Figura 1. Microdurómetro.

Dependiendo del grado de profundidad de la huella podemos conocer la dureza del material a investigar, por medio del microscopio y una escala en micras añadido a éste, podemos llevar a la fórmula que utilicemos, la más utilizada en la fórmula de Knoop. La dureza de Knoop, HK o KHN, se obtiene con la siguiente fórmula:

Knoop Hardness Number

$$K.H.N = \frac{[illegible]}{[illegible]} = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

Dónde:
Ap = área en el objeto indentado en mm2
L = longitud en mm

$$Lu = \frac{[illegible]}{[illegible]}$$

Lu= (longitud de la diagonal en u) * (fau)
fau= factor de amplitud ocular
Factor para 10x = 0,8475

Para realizar esta prueba es necesaria tan solo una pequeña cantidad de la muestra a estudiarse, la principal desventaja es que al necesitar de un microscopio para medir la longitud puede existir un rango de error 0,5 micrometros, además que requiere de mucho tiempo para llevarla a cabo.

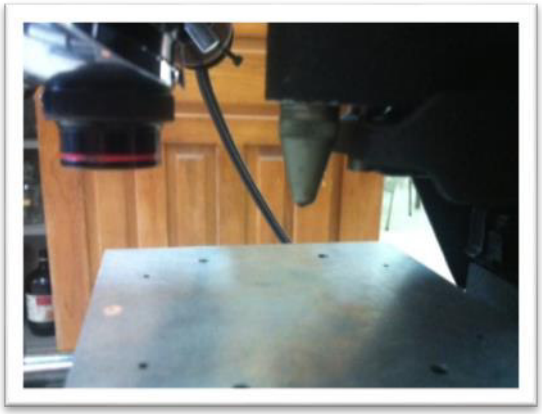


Figura 2. Punta de Diamante

2 Método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico multicriterio para para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina. El método basa su funcionamiento a partir de la lógica neutrosófica para representar la incertidumbre mediante la utilización de operadores para la agregación de información [11-14].

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo sobre para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina. Emplea un enfoque multicriterio multiexperto donde a partir de indicadores evaluativos se definen la base sobre la cual se realiza la inferencia[15, 16]. Posee una etapa de procesamiento que realiza el análisis matemático de la solución y por último se generan las evaluaciones del efecto de la cloración del agua de piscina como parámetro de salida del método[17-20].

El proceso para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina [14, 16, 17], está formado por cuatro actividades básicas (definición de los indicadores evaluativos, determinación de los pesos asociados a los indicadores, agregación de las informaciones y generación de las evaluaciones) que se describen a continuación[21-24]:

Actividad 1 Definición de los indicadores evaluativos:

La actividad de determinación de los indicadores evaluativos, utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Consiste en obtener los indicadores evaluativos para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina a partir de la opinión de expertos que intervienen en el proceso. Se recomienda convocar y reunir entre 5 expertos que participen en el proceso.

Actividad 2 Determinación de los pesos asociados a los indicadores:

A partir de los indicadores obtenidos en la actividad anterior, se procede a realizar la valoración de estos para determinar los pesos asociados a cada vector. Se emplea la utilización de los expertos en el proceso como parte del desarrollo de la actividad propuesta.

Actividad 3 Agregación de las informaciones:

La agregación de información es la actividad más importante del método, representa un mecanismo utilizado en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, para la evaluación o decisión, consiste en la transformación de un conjunto de datos (conjunto difuso) en un único elemento [25], [26],[27] , [28].

Definición 1: Operador T-norma. Un operador $T: [0,1] * [0,1] \rightarrow [0,1]$ es un operador T-norma si cumple las siguientes propiedades:

1. Conmutativa $T(x, y) = T(y, x)$.

2. Asociativa $T(x, T(y, z) = T(T(x, y), Z)$.
3. Monótono creciente $T(x, y) > T(x, y)$ si $x \geq x' \cap y \geq y'$.
4. Elemento neutro $T(x, 1) = x$.

Los operadores de agregación de información Suma Ponderada Ordenada (OWA) permiten la agregación de información de acuerdo a parámetros predefinidos, obteniéndose un valor representativo. Un decisor puede agregar la información en función del grado de optimismo o pesimismo deseado, [29],[30], [31] .

Definición 2: Operador OWA. Una función $F: R^n \rightarrow R$, es un operador OWA de dimensión n si tiene un vector asociado W de dimensión n tal que sus componentes satisfagan [32], [31], [33]:

1) $W_i \in [0,1]$,
2) $\sum_{i=1}^{n} W_i = 1$, y
3) $F(a_1, a_2, , , a_n) = \sum_{i=1}^{n} W_i b_i$

Donde b_i es el J-ésimo más grande de los a_i.

Se puede expresar el operador agregación mediante una notación vectorial tal como se representa en la ecuación 1:

$$F(a_1, a_2 .. a_n) = W^t B \quad (1)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación.

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_i siendo este el j-ésimo más grande de los a_i.

Los números neutrosóficos se pueden expresar en la lógica neutrosófica como se muestra en [34], [35],[36] :

Sean

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$,

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene [37], [24], [38], [39]:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un operador OWA Neutrosófico como una 2-tupla (W, B) tal como representa la ecuación 3.

$$F(a_1, a_2 .. a_n) = W_{(T,I,F)}{}^t B_{(T,I,F)} \quad (3)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_i siendo este el j-ésimo más grande de los a_i, que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) [20, 40, 41]

El método propuesto basa el proceso de agregación mediante el operador OWA para números neutrosóficos [42].

Actividad 4 Generación de las evaluaciones:

Una vez agregada la información, se obtiene como resultado las evaluaciones derivadas del proceso, representan las informaciones la salida del método para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina.

3 Implementación del método neutrosófico para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito

La presente sección describe una ejemplificación de los resultados, en el cual es posible aplicar el método propuesto. El estudio se realiza para la evaluación del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de par-tes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores.

A continuación se describen los principales elementos del método implementado

Actividad 1: definición de los indicadores evaluativos.

Durante el proceso de obtención de información para la definición de los indicadores evaluativos, se obtuvo como resultado un total de 4 indicadores. La Tabla 1 muestra los criterios obtenidos.

Tabla 1: Indicadores evaluativos.

Criterios	Indicador
C_1	Fragmentos de Esmalte Dentario
C_2	Erosión
C_3	Piscina con pH ácido
C_4	Piscina con pH neutro

Actividad 2 Determinación de los pesos asociados a los indicadores:

Con el empleo de un enfoque mutiexperto, se determinan los pesos atribuidos a casa criterios. Para el proceso se consultaron cinco expertos los cuales emitieron sus valoraciones. Como resultado final se obtuvieron los vectores de pesos asociados a cada indicador. La tabla 2 muestra los resultados obtenido después de la agregación de los resultados emitidos por los expertos[43-46].

Tabla 2: Vectores de pesos asociados a los indicadores.

Criterio	W (T, I, F)
C_1	[0.75, 0.12,0.10]
C_2	[0.80, 0.25,0.20]
C_3	[0.85, 0.15,0.10]
C_4	[0.95, 0.25,0.10]

Actividad 3 Agregación de las informaciones:

A partir del procesamiento que se realiza de entre los vectores de pesos asociados de los indicadores y las preferencias obtenidas de la institución utilizada en el caso de estudio, se realiza el proceso de agregación de información a partir de lo expresado en la ecuación 3. Para el proceso de agregación se realiza un ordenamiento de los indicadores evaluativos. La tabla 3 presenta el resultado de los valores obtenidos durante el proceso de agregación.

Tabla 3: Resultado del proceso de agregación.

Criterio	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[0.75, 0.12,0.10]	[0.75, 0.12,0.10]	[0,75, 0.10,0.15]
C_2	[0.80, 0.25,0.20]	[1, 0.10,0.15]	[0,90, 0.10,0.15]
C_3	[0.85, 0.15,0.10]	[0.5, 0.10,0.10]	[0,67, 0.10,0.15]
C_4	[0.95, 0.25,0.10]	[0.8, 0.15,0.10]	[0,87, 0.15,0.15]
Índice			[0,80, 0.10,0.15]

Actividad 4 Generación de las evaluaciones:

A partir del análisis referido de los datos de la tabla 3 se genera la evaluación donde se identifica que el índice de para la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina es de un 0.80, representando un alto índice de éxito sobre la aplicación del tratamiento sobre el caso objeto de estudio.

4 Análisis experimental

El presente estudio es de tipo experimental ya que recrearemos el fenómeno de objeto de estudio e indagarlo con normas estrictas para poder establecer con seguridad la relación causa- efecto. Es de laboratorio ya que recreamos artificialmente las condiciones donde realizamos la investigación. Descriptivo ya que interpretamos los valores de microdureza de los especímenes (piezas dentales) sometidos en piscinas con diferente pH. Comparativo ya que se evaluó el efecto que produce una piscina con pH ácido y una con pH neutro. Además, Es de tipo aplicado ya que los conocimientos obtenidos en las investigaciones servirán para beneficio de la sociedad[43, 44, 47, 48].

Para la recolección de la muestra se extrajeron 23 terceros molares con fines terapéuticos. Se consideraron 23 piezas dentales sanas, sin caries ni restauraciones de ningún tipo, además, no poseían enfermedades que afecten

su estructura dentaria. Se procedió a separar la corona de la raíz de la pieza dental y posteriormente se realizó un corte siguiendo el eje longitudinal de la pieza separando la parte vestibular de la palatina o lingual respectivamente[45, 46, 49, 50].

Se conformaron 45 bloques de acrílico y se analizó en el microscopio incorporado en el microdurometro que no poseyeran grietas ni líneas de fractura. Finalmente, la muestra de 45 especímenes se dividió en 3 grupos: 15 piezas en el grupo de agua de piscina ácida, 15 en el grupo de agua de piscina neutra y 15 en el grupo control.

Para la obtención del agua de piscina se decidió tomar muestras de nueve piscinas ubicadas en Quito y medir su pH utilizando tiras de papel para pH y así utilizar la piscina con más bajo pH.

Como Criterios de Inclusión se tomaron en cuenta: Terceros molares extraídos por no cumplir función en la cavidad bucal, por encontrarse en una mala posición, por provocar hiperplasia a nivel de carrillo; Piezas sanas, sin caries ni restauraciones y sin enfermedades a nivel formativo de la estructura dental; Piezas que no posean grietas ni líneas de fractura al ser observadas al microscopio.

Los criterios de Exclusión fueron los siguientes: Piezas dentales con caries a nivel proximal; Piezas dentales con problemas a nivel radicular; Piezas dentales temporales.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Concepto	Dimensión	Indicador	Escala
Fragmentos de Esmalte Dentario	Tejido adamantino, capa más externa del diente compuesta por hidroxiapatita.	Estructura del esmalte. Espesor del esmalte. Dureza del esmalte.	Rango de microdureza superficial del esmalte desmineralizado utilizando la fórmula Knoop. $K.H.N = \frac{-}{} = \frac{-}{}$ Dónde: Ap = área en el objeto indentado en mm2 L = longitud en mm Lu= (longitud de la diagonal en u) * (fau) fau= factor de amplitud ocular 10x = 0,8475	Cuantitativa de intervalo en (Kg/mm^2)
Erosión	Manifestación clínicamente evidente que se presenta por la pérdida progresiva e irreversible del tejido dental duro	Grado de dureza de la estructura, oponiéndose a la penetración de un objeto, rayado o deformaciones. Método de diagnóstico para medir la lesión erosiva, (microdurometro)	Microdurometro.	Cuantitativa de intervalo en (Kg/mm^2)
pH	El pH se refiere a la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$.	Alcalinidad neutra Acidez	Tiras de pH.	Cuantitativa de intervalo

Variables	Concepto	Dimensión	Indicador	Escala
Piscina con pH ácido	Depósito artificial con agua que es utilizado con fines recreativos, deportivos y decorativos.	Cantidad de cloro en la solución.	Se evalúa el grado de acides que conserva la solución con tiras de pH.	Cuantitativa
Piscina con pH neutro	Depósito artificial de agua que se utiliza con fines recreativos, deportivos o decorativos	Cantidad de cloro en la solución.	Se evalúa el grado de acides o alcalinidad que conserva la solución con tiras de pH.	Cuantitativa

La obtención de los especímenes fue realizado en el consultorio, "Centro Odontológico" ubicado en el sector norte de la ciudad de Quito, todos los pacientes fueron de nacionalidad ecuatoriana y su edad estaba entre 25 y 38 años de edad.

Las piezas dentarias luego de la extracción fueron limpiadas de restos de tejido de inserción y lavada a través de la jeringa triple para luego ser sometidas a una profilaxis. Se tomará en cuenta los criterios de inclusión y exclusión para someter los especímenes a los siguientes pasos.

La adecuación de los especímenes, consisten en la superficie del diente expuesta y el resto ubicado en una estructura de acrílico de forma ovalada. Cada espécimen se almacenara en un frasco estéril lleno de suero fisiológico para luego ser sometida en los frascos con el agua de piscina seleccionada.

Se decidió tomar muestras de agua de nueve piscinas ubicadas en Quito, se midió su pH utilizando tiras de papel para pH, de esta forma la piscina con más bajo pH y la piscina con agua neutra serán las seleccionadas para el experimento. Es así que las muestras de la piscina del colegio Sebastián de Benalcázar con un pH de 7 (neutro) y la piscina de Fundeporte con un pH de 5 (ácido) fueron las seleccionadas para el experimento.

Tabla 2. Piscinas de Quito con diferentes pH.

Ubicación de la piscina	**pH**
Piscina Colegio Sebastian de Benalcazar	7
Concentración Deportiva de Pichincha	7
Club Batan (Iñaquito)	7
Club Regatas	7
Centro Activo Propiedad del Pueblo (Iñaquito)	6
Piscina de Miraflores	6
Piscina Colegio Mejía	6
Pisicina Colegio Montufar	6
Piscina de Fundeporte	5

Para la preparación y Obtención de las Muestras de Esmalte Dentario, se utilizó el disco de diamante (Masterdent) colocado a un micromotor (DREMEL 300), Se realizó la separación de las corona de su respectiva raíz de las 23 piezas dentales. En la figura 3 podemos observar los fragmentos coronales dentales que utilizamos.

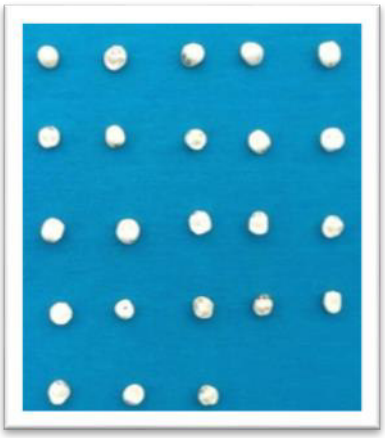


Figura 3. Coronas Dentarias

Posteriormente se separaron las caras vestibulares de las palatinas y linguales respectivamente, siguiendo el eje longitudinal de mesial a distal. Aquellos fragmentos de esmalte fueron almacenados en recipientes estériles que contenían saliva artificial.

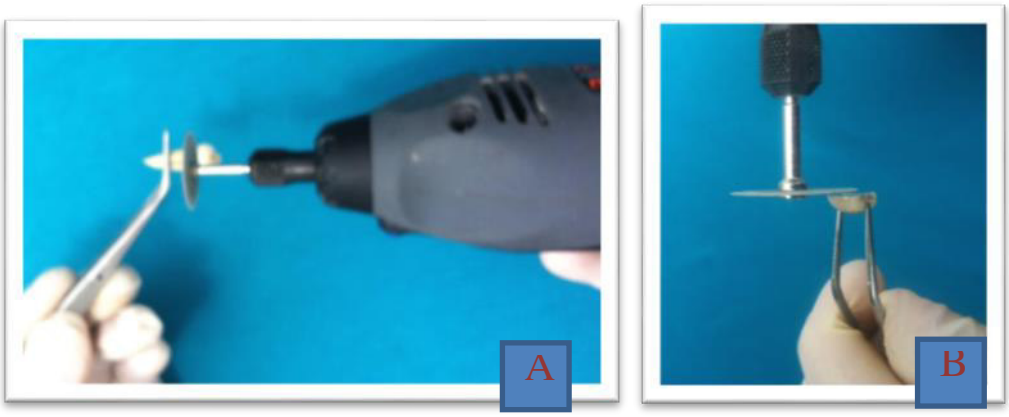


Figura 4. Corte de las piezas dentales. A. separación corono-ápice. B. separación longitudinal de la corona.

La adecuación de los especímenes, consisten en la superficie del diente expuesta y el resto ubicado en una estructura de acrílico de forma ovalada. Utilizando moldes de plástico y aislados con vaselina (petrol) se procedió a colocar acrílico blanco de autocurado (veracril), en su etapa plástica se colocó un fragmento de diente en cada molde dejando su superficie libre de acrílico para poder realizar el análisis en esta parte.

Se buscó el mayor paralelismo posible en una superficie plana, luego con el disco de diamante se abrasionó mínimamente la superficie ya que para este estudio es imprescindible que sea lo más plano posible. En la base de cada molde se señaló a que grupo corresponde cada espécimen.

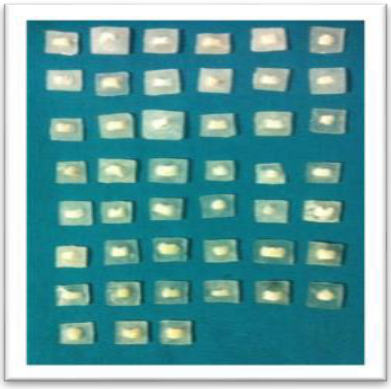


Figura 5 (A) Especímenes

Figura 6. (B) Pulimento de las superficies de esmalte y fijación de especímenes en cubos de acrílico

Para la definición de los grupos de estudio, se utilizaron 45 fragmentos divididos en tres grupos y los grupos de estudio serán los siguientes.

Tabla 3. Grupo de Estudio

Grupo	Número de especímenes	Variables
A	15	Control
B	15	Agua ácida
C	15	Agua Neutra

Figura 6. Grupos de estudio en su respectivo frasco.

El Grupo B conformado por 15 fragmentos, fueron retiradas de su envase con saliva artificial, para realizarles profilaxis con pasta de piedra pómez y un cepillo profiláctico adaptado a la pieza de mano de baja velocidad (NSK) durante 5 segundos. Posteriormente se los seco utilizando la jeringa triplex con aire por 10 segundos.

Se colocaron los especímenes en un frasco lleno de agua de piscina ácida de pH 5 (Piscina de Fundeporte), analizándola previamente con tiras de pH, permanecieron sumergidas durante 3 horas diarias (mínimo de horas de entrenamiento de un deportista de natación profesional), luego se lavó y se secó a presión las muestras con jeringa triplex, para nuevamente ser almacenados en su frasco con suero fisiológico. Este proceso se lo repitió cada día, tratando de que sea a la misma hora entre las 7 pm y 10 pm; exceptuando los días sábados y domingos aí permanecieron sumergidas durante 20 días, de esta forma se analizó el grado de erosión que sufren las piezas dentales de un deportista durante un mes de entrenamiento en un ambiente ácido.

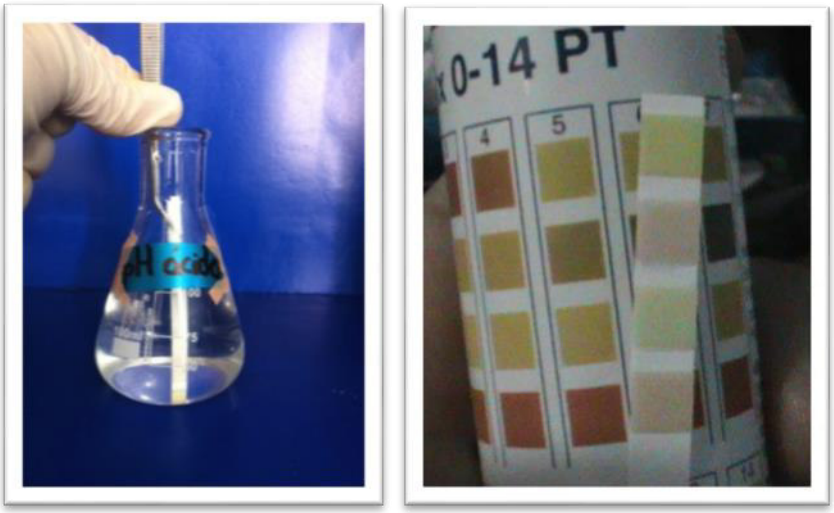


Figura 7. Medición del agua de piscina con tiras de pH indicando un pH de 5 para la piscina ácida.

Figura 8. Profilaxis con pasta profiláctica y piedra pómez mediante micromotor (NSK).

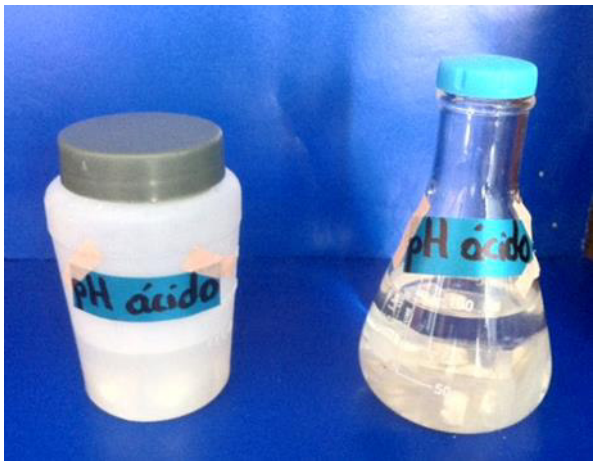


Figura 9. Colocación de los especímenes en su frasco con saliva artificial y paso al agua ácida durante 3 horas.

Grupo C constituido por 15 fragmentos de esmalte de igual se los retiro de su envase con saliva artificial para someterlos a una profilaxis con pasta de piedra pómez y cepillo profiláctico en la pieza de mano de baja veloci-

dad (NSK) durante 5 segundos. Se los seco utilizando la jeringa triplex con aire por 10 segundos.

Se introdujeron los 15 especímenes en el frasco lleno de agua de piscina neutra 7, analizándola previamente con tiras de pH, de la} misma forma que el grupo anterior se permanecieron sumergidas durante 3 horas diarias (mínimo de horas de entrenamiento de un deportista de natación profesional), para posteriormente ser lavadas y se secadas a presión con jeringa triplex, para nuevamente ser almacenados en su frasco con suero fisiológico. Este proceso se lo repitió cada día, tratando de que sea a la misma hora entre las 7 pm y 10 pm; exceptuando los días sábados y domingos, de esta manera fueron sometidas durante 20 días, de esta forma se analizó el grado de erosión que sufre una pieza dental de un deportista en un mes de entrenamiento en un ambiente neutro.

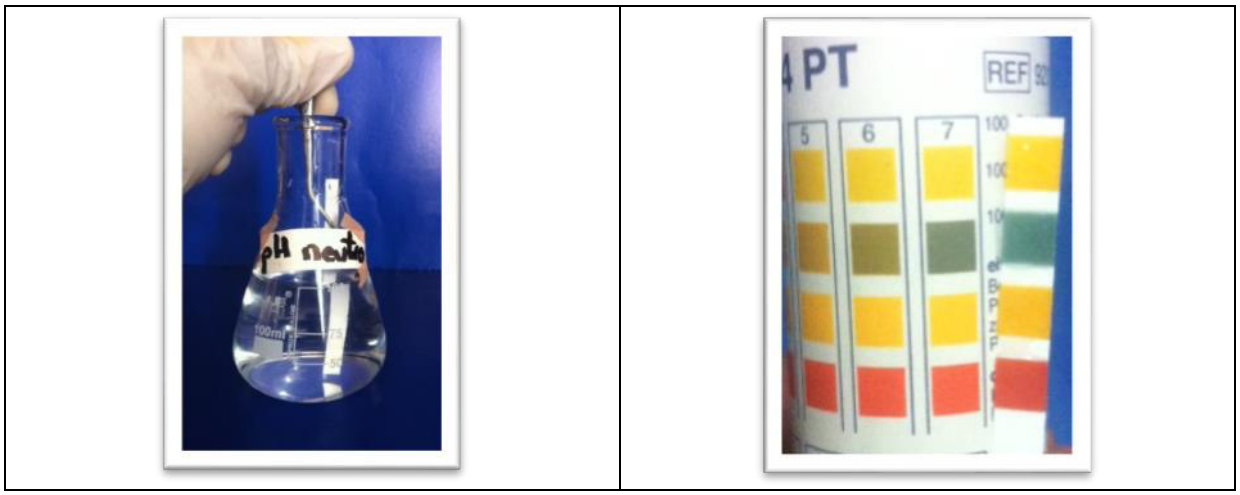


Figura 10. Medición del agua de piscina con tiras de pH indicando un pH de 7 para la piscina neutra.

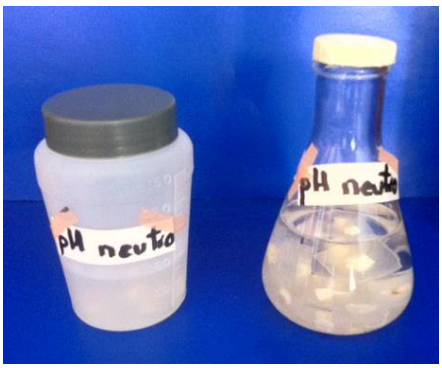


Figura 11. Paso de los especímenes de su frasco con saliva artificial al agua neutra durante 3 horas.

4.1 Análisis a través del microdurómetro.

Luego de enviar una solicitud al laboratorio de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Ejército, para el uso del microdurometro marca Wilson Tukon que se encuentra en este establecimiento para medir la dureza superficial del esmalte.

Se procedió a medir la dureza de cada uno de los especímenes empezando por el grupo A que es de control. La precarga asignada para el indentador sobre el tejido dental fue de 300 gr. Las mediciones fueron realizadas por el autor con la supervisión del Ing. Patricio Riofrío.

Los especímenes se colocaron en la platina incorporada al microdurometro, utilizando el microscopio incorporado en el mismo aparato y utilizando el lente de 10x se buscó un área plana y sin fisuras, para realizar las tres indentaciones. Posteriormente se midió en micras la longitud de cada indentación para someter cada una de ellas a la fórmula de Knoop y al final obtener un promedio de la dureza superficial del esmalte dentario superficial.

Figura 12. Durómetro Wilson Tukon ubicado en el laboratorio de análisis de mecánica de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador.

El mismo procedimiento se lo realizó a los 45 especímenes correspondientes a cada grupo. Se realizaron tres indentaciones en cada espécimen y aplicando el mismo método para todos. Para el análisis Estadístico de los Datos de Dureza Superficial, Los datos recolectados a través de la ficha fueron enviados a un profesional Estadístico el cual realizó cálculos de Media X, desviación estándar y rango. Para comparar la variación de dureza superficial de esmalte entre todos los grupos se utilizó la Prueba no paramétrica de Fisher.

5 Análisis de los resultados

Los valores de las indentaciones de cada espécimen se recolectaron en tablas elaboradas para la recolección de datos. Estos resultados fueron obtenidos mediante cálculos estadísticos en Excel que se presentan en las tablas No 4.

Tabla 4: Resultados de la Indentación del grupo control.

	GRUPO CONTROL			
Espécimen	KNOOP con 1ra Indentación	KNOOP con 2da Indentación	KNOOP con 3ra Indentación	Promedio Indentación
C1	138,00	136,00	123,00	132,33
C2	123,00	135,00	123,00	127,00
C3	127,00	118,00	131,00	125,33
C4	132,00	136,00	117,00	128,33
C5	138,00	129,00	125,00	130,67
C6	123,00	138,00	119,00	126,67
C7	131,00	135,00	131,00	132,33
C8	119,00	135,00	120,00	124,67
C9	136,00	117,00	141,00	131,33
C10	130,00	128,00	135,00	131,00
C11	119,00	132,00	129,00	126,67
C12	114,00	135,00	131,00	126,67
C13	140,00	131,00	123,00	131,33
C14	133,00	129,00	117,00	126,33
C15	115,00	129,00	131,00	125,00
PROMEDIO				128,38

Moda	131
Mediana	261,00
Media aritmé-tica	128,38
Desv. Estándar	7,435

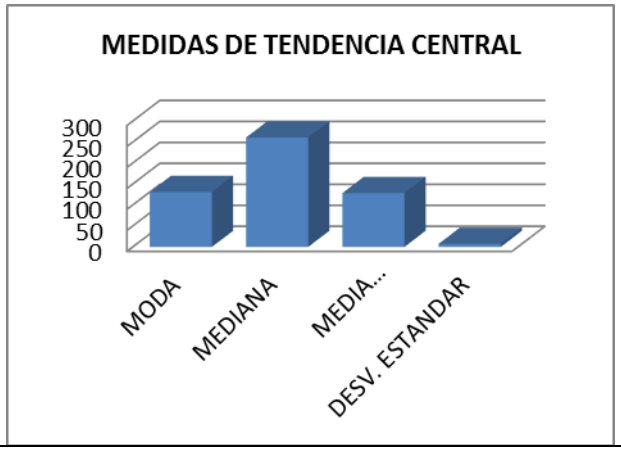


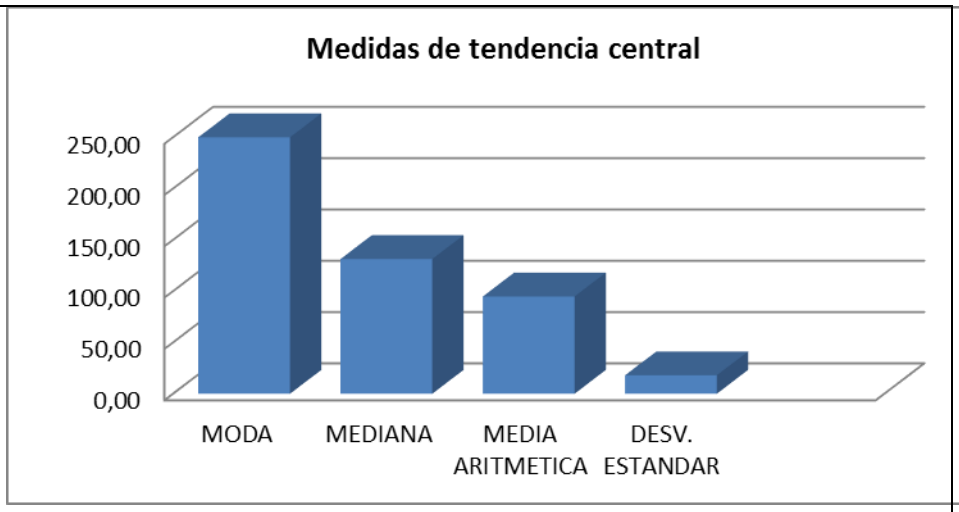
Fig. 13 Medidas de tendencia central del grupo control

Tabla 5: Resultados de la Indentación del grupo piscina pH neutro.

	AGUA DE PISICINA NEUTRA			
Espécimen	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Indentación
N1	138,00	136,00	123,00	132,33
N2	123,00	131,00	115,00	123,00
N3	133,00	123,00	117,00	124,33
N4	128,00	133,00	125,00	128,67
N5	117,00	129,00	133,00	126,33
N6	115,00	123,00	138,00	125,33
N7	138,00	128,00	117,00	127,67
N8	138,00	123,00	123,00	128,00
N9	117,00	125,00	138,00	126,67
N10	129,00	125,00	138,00	130,67
N11	136,00	136,00	117,00	129,67
N12	119,00	127,00	125,00	123,67
N13	115,00	127,00	129,00	123,67
N14	129,00	128,00	125,00	127,33
N15	133,00	136,00	115,00	128,00
PROMEDIO				**127,02**

Fig. 14 Medidas de tendencia central del grupo piscina neutra.

Moda	312,06
Mediana	368,47
Media arit-mética	372,18
Desv. Están-dar	44,55



Fuente: Laboratorio de análisis de mecánica de la ESPE. **Elaboración:** Ing. José Castillo

Tabla 6: Resultados de la Indentación. Grupo Piscina Ácida.

	GRUPO AGUA DE PISCINA ÁCIDA			
Espécimen	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Indentación
A1	150,00	170,00	152,00	157,33
A2	154,00	155,00	171,00	160,00
A3	161,00	152,00	154,00	155,67
A4	167,00	171,00	171,00	169,67
A5	174,00	166,00	152,00	164,00
A6	152,00	171,00	150,00	157,67
A7	169,00	174,00	174,00	172,33
A8	150,00	152,00	154,00	152,00
A9	159,00	150,00	152,00	153,67
A10	175,00	171,00	150,00	165,33
A11	174,00	149,00	174,00	165,67
A12	154,00	161,00	174,00	163,00
A13	176,00	162,00	159,00	165,67
A14	173,00	172,00	150,00	165,00
A15	168,00	170,00	159,00	165,67
PROMEDIO				**162,18**

Moda	196,29
Mediana	229,27
Media aritmética	228,31
Desv. Estándar	27,11

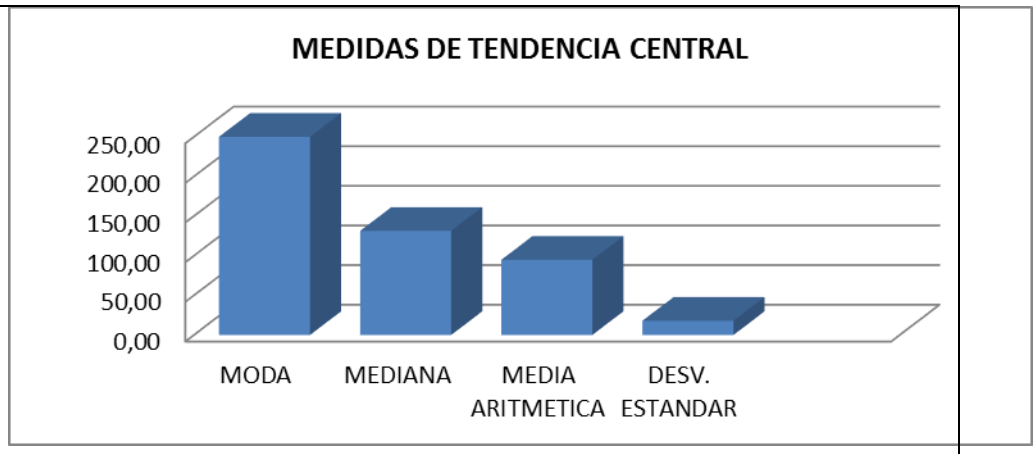


Fig. 15. Medidas de tendencia central del grupo piscina neutra.

Tabla 7: Cuadro comparativo del promedio knoop de los especímenes sometidos a condiciones: normales, acción del agua neutra, y agua Ácida.

Espécimen	Knoop control	Knoop piscina neutra	Knoop piscina ácida
1	132,33	123,00	157,33
2	127,00	115,00	160,00
3	125,33	117,00	155,67
4	128,33	125,00	169,67
5	130,67	133,00	164,00
6	126,67	138,00	157,67
7	132,33	117,00	172,33
8	124,67	123,00	152,00
9	131,33	138,00	153,67
10	131,00	138,00	165,33
11	126,67	117,00	165,67
12	126,67	125,00	163,00
13	131,33	129,00	165,67
14	126,33	125,00	165,00
15	125,00	115,00	165,67
PROMEDIO	**128,38**	**125,20**	**162,18**

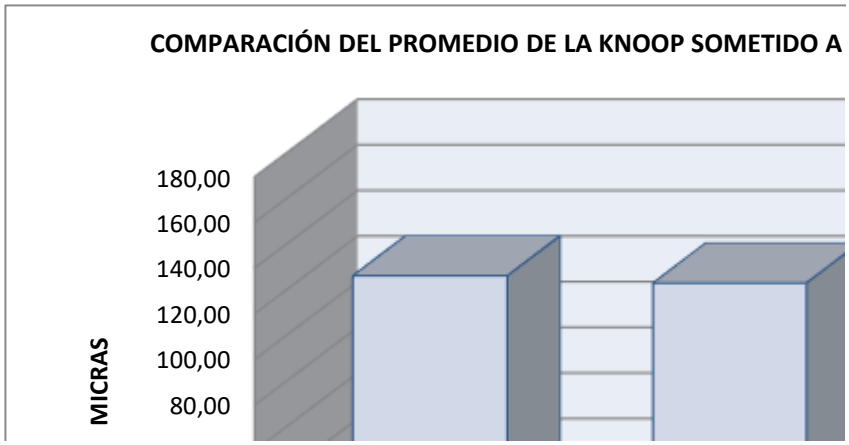


Fig. 16. Comparación del promedio de la dureza Knoop sometido a las diferentes piscinas.

Los resultados mostraron valores diferentes para el grupo de estudio de piscina ácida en comparación con el grupo control y de piscina neutra.

El grupo de piscina ácida disminuyo su valor de dureza superficial demostrando que el agua de piscina ácida produce erosión en el tejido dental sano. Sin embargo el grupo sometido al agua de piscina neutra no disminuyo su dureza superficial en comparación al grupo control.

Una correcta desinfección de la piscina, cuidando el pH del medio acuático, demuestra en este estudio que no afecta la microdureza superficial del esmalte. La prueba de Knoop cumplió con el criterio de normalidad y homogeneidad de varianzas, se halló diferencias significativas entre los valores del grupo de especímenes sometidos al agua de piscina ácida en comparación a los grupos de control y el grupo sometido al agua de piscina neutra.

Tabla 8: Análisis de dureza de knoop. Resultados primer grupo: grupo control

	Grupo Control			
Espécimen	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Dureza Knnop
C 1	138 (312.06)	136 (321,35)	123 (392,82)	342,07
C 2	123 (392,82)	135 (326,09)	123 (392,82)	370,58
C 3	127 (368,47)	118 (426,82)	131 (346,31)	380,53
C 4	132 (341,08)	136 (321,32)	117 (434,14)	365,51
C 5	138 (312.06)	129 (357,13)	125 (380,35)	349,84
C 6	123 (392,82)	138 (312.06)	119 (419,67)	374,85
C 7	131 (346,31)	135 (326,09)	131 (346,31)	339,57
C 8	119 (419,67)	135 (326,09)	120 (413,12)	386,29
C 9	136 (321,32)	117 (434,14)	141 (298,93)	351,46
C 10	130 (351,68)	128 (362,74)	135 (326,09)	346,82
C 11	119 (419,67)	132 (341,08)	129 (357,13)	372,63
C 12	114 (457,30)	135 (326,09)	131 (346,31)	376,57
C 13	140 (303,22)	131 (346,31)	123 (392,82)	347,45
C 14	133	129	117	375,74

	(335,97)	(357,13)	(434,14)	
C 15	115 (449,38)	129 (357,13)	131 (346,31)	384,27

Análisis de dureza de Knoop.

Tabla 9: Tercer grupo: grupo sometido a la acción de agua de piscina ácida.

	Grupo Piscina Ácida			
Espécimen	1ra Indentación	2da Indentación	3ra Indentación	Promedio Dureza Knnop
A 1	150 (264,15)	170 (205,65)	152 (257,23)	242,34
A 2	154 (250,59)	155 (247,37)	171 (203,24)	233,73
A 3	161 (229,27)	152 (257,23)	154 (250,59)	245,70
A 4	167 (213,09)	171 (203,24)	171 (203,24)	206,52
A 5	174 (196,29)	166 (215,68)	152 (257,23)	223,07
A 6	152 (257,23)	171 (203,24)	150 (264,15)	241,54
A 7	169 (208,08)	174 (196,29)	174 (196,29)	200,22
A 8	150 (264,13)	152 (257,23)	154 (250,59)	257,32
A 9	159 (235,08)	150 (264,15)	152 (257,23)	252,15
A 10	175 (194,05)	171 (203,24)	150 (264,15)	220,48
A 11	174 (196,29)	149 (267,69)	174 (196,29)	220,09
A 12	154 (250,59)	161 (229,27)	174 (196,29)	225,38
A 13	176 (191,86)	162 (226,45)	159 (235,08)	217,80
A 14	173 (198,57)	172 (200,89)	150 (264,15)	221,20
A 15	168 (210,57)	170 (205,64)	159 (235,08)	217,10

Tabla 10: Resultados segundo grupo: grupo sometido a la accion de agua de piscina neutra

	Grupo Piscina neutra			
Espécimen	**1ra Indentación**	**2da Indentación**	**3ra Indentación**	**Promedio Dureza Knnop**
N 1	138 (312.06)	136 (321,35)	123 (392,82)	342,08
N 2	123 (392,82)	131 (346,31)	115 (449,38)	396,17
N 3	133 (335,97)	123 (392,82)	117 (434,14)	387,64
N 4	128 (362,74)	133 (335,97)	125 (380,35)	359,69
N 5	117	129	133	375,75

	(434,14)	(357,13)	(335,97)	
N 6	115 (449,38)	123 (392,82)	138 (312.06)	384,75
N 7	138 (312.06)	128 (362,74)	117 (434,14)	369,64
N 8	138 (312.06)	123 (392,82)	123 (392,82)	365,9
N 9	117 (434,14)	125 (380,35)	138 (312.06)	375,52
N 10	129 (357,13)	125 (380,35)	138 (312.06)	349,85
N 11	136 (321,35)	136 (321,35)	117 (434,14)	358,95
N 12	119 (419,67)	127 (368,47)	125 (380,35)	389,50
N 13	115 (449,38)	127 (368,47)	129 (357,13)	391,66
N 14	129 (357,13)	128 (362,74)	125 (380,35)	366,74
N 15	133 (335,97)	136 (321,35)	115 (449,38)	368,9

6. Discusión

Para desarrollar el presente estudio comenzamos tomando muestras de diferentes piscinas de la ciudad de Quito, medimos el pH de cada una, hallando entre ellas un nivel mínimo de pH 5 y un máximo de 7, solo 4 piscinas obtuvieron un pH óptimo, tomando en cuenta que lo normal comprende entre 7 y 7,6 según el Reglamento técnico sanitario de piscinas la Rioja. Se eligió el nivel de pH más ácido para el primer grupo en el cual sometimos los especímenes conformados por 15 fragmentos dentarios, el segundo grupo de 15 especímenes se sometieron al agua con un pH neutro de 7 y el último grupo conformado por el grupo control con 15 especímenes igualmente.

Se exploró el efecto que produce el agua de piscina ácida y neutra sobre el esmalte dentario superficial en 23 terceros molares extraídos por motivos terapéuticos, el tiempo que fueron sometidas al agua de piscina fue de 60 horas (mínimo de horas de entrenamiento de un nadador categoría adulto).

Existen numerosos informes en la literatura que indican que las personas que pasan mucho tiempo en una piscina como nadadores, jugadores de polo acuático, los buzos tienen un riesgo elevado de desarrollar la erosión dental.

Estudios anteriores que describen el problema erosivo en el esmalte dentario superficial en personas que realizan actividades en piscinas con deficiente control en relación a su desinfección. En el presente estudio se halló una disminución significativa de la microdureza en el grupo sometido al agua de piscina ácida en comparación al grupo control, y no hubo cambios significativos en cuanto al grupo sometido al agua de piscina neutra en relación al grupo control. Esto coincide con lo encontrado por Chávez, quien analizó la microdureza superficial en una muestra sometida a la Escuela Técnica del Ejercito, con u pH de 3,85 y no encontró diferencia en la microdureza superficial en la muestra expuesta a la Escuela Militar de Chorrillos con un pH de 7,2 [51].

El pH bajo no es exclusivamente responsable de la disolución de hidroxiapatita, pero si lo es la concentración de iones principalmente calcio y fosfato, en relación a la saturación de hidroxiapatita.

Cabrera, utilizando microscopia electrónica de barrido, examinó patrones de grabado ácido en piezas de dentición temporal [52]. Un grupo fue sometido a pH 5,5 y el segundo grupo a 7, durante 20 horas en total. Luego de evaluar los especímenes fueron metalizadas para observarlas en el microscopio encontrándose una diferencia significativa, Los especímenes sometidos al pH de 5,5 perdieron minerales en la superficie del esmalte. El presente estudio también realizó una comparación entre dos piscinas y hallando perdida mineral en la superficie del esmalte dental.

Buczkowska llevó a cabo un estudio dirigido a nadadores adolescentes de competencia en una piscina que era desinfectada por gas cloro, concluyendo que el riesgo para que se produzca mayor grado de erosión dental incluye el tiempo que permanecen en contacto con el agua [53]. De acuerdo con nuestro estudio realizado in Vitro los especímenes fueron sometidos 3 horas diarias durante un mes, exceptuando sábados y domingo, esto quiere decir un total de 60 horas. El grupo sometido al agua ácida sufrió un descenso significativo en su micro-

dureza superficial, mientras que el grupo sometido a agua neutra no sufrió cambios significativos. El tiempo que permanece la estructura dentaria con el agua de piscina ácida tiene relación con la perdida mineral.

En cuanto al grupo sometido al agua de piscina neutra, no presento ningún cambio significativo en relación al grupo control, los hallazgos del presente estudio concuerdan con González, en un estudio llevado a cabo en 2013 en la ciudad de Quito a 53 participantes de los cuales 28 eran nadadores competitivos y 25 no nadadores (futbolistas), evidenció que los deportistas no nadadores carecían de una erosión agresiva como presentaron los pacientes nadadores.

La metodología de esta investigación consideró realizarla en terceros molares extraídos terapéuticamente y se realizó sobre las caras vestibulares y palatinas de las piezas respectivamente, ya que en una misma pieza dental y entre las diversas piezas dentales existe diverso espesor del esmalte dental. Lo importante de la investigación fue comparar la dureza de una pieza dentaria cuando es sometida al factor pH.

Sin embargo, la presente investigación es de tipo in vitro, llevados a cabo de manera experimental en los cuales las variables fueron estudiadas para evaluar la influencia sobre otra variable, sin reproducir completamente las condiciones de medio intra oral y los posibles factores de riesgo de la erosión dental, como el reflujo, xerostomía, el consumo de bebidas ácidas, medicamentos. A pesar de ello la saliva artificial mantiene hidratada a la pieza dental y el agua de piscina desmineraliza adecuadamente al diente reproduciendo condiciones acordes a la realidad, siempre y cuando se sea minucioso en el control.

Estudios adicionales al presente, que incluyan muestras de estudio más grandes, aumento de variables de estudio, contribuiría en beneficio para calcular la severidad de la erosión dental sobre el esmalte dentario y como afecta a grupos de población de Quito.

Conclusión

Con la implementación del método neutrosófico fue posible la evaluación del efecto de la cloración del agua de piscina en Quito. Sin embargo, el incremento de riesgo de erosión quizás sea relacionado a la hiposaturación de la piscina con respecto a los componentes de la hidroxiapatita. Este proceso erosivo puede controlarse con correctos parámetros en el cuidado de la piscina.

Mediante la prueba de dureza superficial de Knoop se determinó que el esmalte dental sometido al agua de piscina ácida aumento su dureza superficial. De esta manera se comprueba que el pH ácido produce erosión en el tejido. El grupo de especímenes que fue sometido al agua de piscina neutra no aumentó ni disminuyo su dureza superficial, por lo tanto, el pH neutro no produce ningún efecto dañino en el esmalte dental.

Referencias

[1] M. C. Fajardo Santacruz, and A. C. Mafla Chamorro, "Diagnóstico y epidemiología de erosión dental," *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud,* vol. 43, no. 2, pp. 179-189, 2011.

[2] G. Chávez Zelada, and C. C. Reyes Chinarro, "Efecto de la cloración de las piscinas de la Escuela Militar de Chorrillos y la Escuela Técnica del Ejército sobre la microdureza superficial del esmalte dentario," *Kiru*, pp. 11-14, 2006.

[3] P. Tortolini, "Sensibilidad dentaria," *Avances en Odontoestomatología,* vol. 19, no. 5, pp. 233-237, 2003.

[4] A. Lussi, E. Hellwig, D. Zero, and T. Jaeggi, "Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention," *American journal of dentistry,* vol. 19, no. 6, pp. 319, 2006.

[5] M. B. Guglielmotti, R. L. Cabrini, and D. G. Olmedo, "Biomateriales para implantes intraóseos: contribución y desafío en el área biomédica," 2010.

[6] I. B. Arnadottir, W. P. Holbrook, H. Eggertsson, H. Gudmundsdottir, S. H. Jonsson, J. O. Gudlaugsson, S. R. Saemundsson, S. T. Eliasson, and H. Agustsdottir, "Prevalence of dental erosion in children: a national survey," *Community dentistry and oral epidemiology,* vol. 38, no. 6, pp. 521-526, 2010.

[7] F. Facon, P. Eloy, P. Brasseur, S. Collet, and B. Bertrand, "The silent sinus syndrome," *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck,* vol. 263, no. 6, pp. 567-571, 2006.

[8] W. Scheper, A. van Nieuw Amerongen, and M. Eijkman, "Orale aandoeningen bij zwemmers," *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde,* vol. 112, 2005.

[9] E. J. Lanata, "Atlas de operatoria dental," *Atlas de operatoria dental*, pp. viii, 456-viii, 456, 2008.

[10] Y. S. C. Almonte, G. M. C. Núñez, and W. G. E. Otárola, "Erosión dental: una breve revisión," *Revista Odontológica Basadrina,* vol. 5, no. 1, 2021.

[11] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[12] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[13] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[14] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[15] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[16] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[17] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[18] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[19] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[20] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[21] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.

[22] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[23] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[24] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[25] J. Montero, D. Gómez, V. López, R. Tinguaro, and V. Begoña, "Sobre funciones y reglas de agregación," *XV Congreso Español Sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*, 2010.

[26] R. Mesiar, L. Šipeky, P. Gupta, and J. LeSheng, "Aggregation of OWA operators," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 284-291, 2017.

[27] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[28] J. M. Merigó, D. Palacios-Marqués, and P. Soto-Acosta, "Distance measures, weighted averages, OWA operators and Bonferroni means," *Applied Soft Computing,* vol. 50, pp. 356-366, 2017.

[29] O. U. Lenz, D. Peralta, and C. Cornelis, "Scalable approximate FRNN-OWA classification," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2019.

[30] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[31] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[32] R. R. Yager, "OWA aggregation with an uncertainty over the arguments," *Information Fusion,* vol. 52, pp. 206-212, 2019.

[33] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[34] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[35] Y. Wang, and Y. Deng, "OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions," *arXiv preprint arXiv:1901.09784*, 2019.

[36] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[37] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.

[38] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[39] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[40] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[41] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[42] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[43] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado,* vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.

[44] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.

[45] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.

[46] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.

[47] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.

[48] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.

[49] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 17, pp. 17-24, 2021.

[50] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado,* vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.

[51] C. C. Reyes Chinarro, and G. Chávez Zelada, "Efecto de los medicamentos pediátricos sobre la microdureza superficial del esmalte de dientes deciduos," *Kiru*, pp. 19-23, 2006.

[52] A. R. C. Matta, and C. R. K. Irakawa, "Efecto del pH del agua de piscina en esmalte de dientes deciduos humanos. Estudio con microscopía electrónica de barrido," *Revista Estomatológica Herediana,* vol. 14, no. 2-1, 2004.

[53] J. Buczkowska-Radlińska, R. Łagocka, W. Kaczmarek, M. Górski, and A. Nowicka, "Prevalence of dental erosion in adolescent competitive swimmers exposed to gas-chlorinated swimming pool water," *Clinical Oral Investigations,* vol. 17, no. 2, pp. 579-583, 2013.

Recibido: Mayo 23, 2022. **Aceptado:** Junio 11, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Análisis microscópico del diámetro del foramen apical con método estadístico neutrosófico

Microscopic analysis of the apical foramen diameter with neutrosophic statistical method

Jaime Martín Larco Zurita[1] Marco Antonio Zúñiga Llerena[2] and Silvia Alexandra Cáceres Correa[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2245-7020
E-mail: jaimelz26@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7257-0008
E-mail: ua.marcozuniga@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5909-7754
E-mail: ua.silviacaceres@uniandes.edu.ec

Resumen. El foramen anatómico o también llamado diámetro mayor presenta un borde redondeado con forma de embudo o cráter, pues el conocimiento de su diámetro, en distintos grupos dentales tiene una relevancia clínica, para el éxito del tratamiento endodóntico. La presente investigación realiza un análisis microscópico del diámetro del foramen apical con método estadístico neutrosófico. Se realizó un estudio observacional, donde se determinó el diámetro del foramen apical de 95 raíces de órganos dentarios, correspondientes a distintos grupos dentarios, extraídos de pacientes de 15 a 25 años y analizados mediante microscopio electrónico de barrido. Como resultado de esta investigación, el análisis estadístico fue evaluado mediante la prueba de Chi-cuadrado, obteniendo diferentes diámetros de acorde al grupo dentario. La variación de los diámetros anatómicos analizados en este estudio, está influenciada por variantes tales como la edad y procesos inflamatorios.

Palabras Claves: Foramen apical, diámetro, grupos dentarios.

Abstract. The anatomical foramen or also called the largest diameter has a rounded edge in the shape of a funnel or crater, since knowledge of its diameter in different dental groups has clinical relevance for the success of endodontic treatment. The present investigation carries out a microscopic analysis of the diameter of the apical foramen with a neutrosophic statistical method. An observational study was carried out, where the diameter of the apical foramen of 95 roots of dental organs, corresponding to different dental groups, extracted from patients aged 15 to 25 years and analyzed by scanning electronic microscope was determined. As a result of this research, the statistical analysis was evaluated using the Chi-square test, obtaining different diameters according to the dental group. The variation of the anatomical diameters analyzed in this study is influenced by variants such as age and inflammatory processes.

Keywords: Apical foramen, diameter, dental groups.

1 Introducción

El éxito del tratamiento endodóntico depende del conocimiento de la morfología del conducto radicular, sus variaciones y la composición histológica del tercio apical [1], [2].

El conocimiento de una medida promedio de los forámenes de distintos grupos dentales tiene una relevancia clínica, pues de esta manera se pueden determinar los instrumentos endodónticos más adecuados para la permeabilización, preparación biomecánica y obturación de los canales, reduciendo al máximo el número de percances durante el tratamiento [3].

El foramen anatómico es conocido como el diámetro mayor. Kuttler refiere que se trata de la circunferencia o borde redondeado, con forma de embudo o cráter, que diferencia la terminación del canal cementario de la superficie externa radicular [4]. Se debe tomar en cuenta que la cantidad de forámenes anatómicos en una raíz debería concordar con la configuración del conducto radicular [2].

La ubicación de esta estructura es de suma importancia, ya que existe una estrecha relación entre el foramen apical y el ápice de la raíz, aunque con frecuencia éstos no coinciden [1]. Dentro de los factores que influyen en la morfología del foramen apical se encuentran la edad (aposición y resorción del cemento que intervienen en la remodelación del ápice), el diámetro y la presencia de procesos inflamatorios [1],[5]. Se debe considerar que la

información sobre la anatomía del foramen mayor, principalmente en lo que respecta al diámetro es limitada [2].

Los métodos de estudio morfológico que se han empleado desde años anteriores tales como la radiografía o el estereomicroscopio. En la actualidad, se cuenta con otros métodos como la microscopía electrónica de barrido y tomografía de alta resolución, las cuales se han utilizado para aumentar la precisión de la medición [2], [6]. Basado en estos elementos se define como objetivo de la presente investigación, realizar un análisis microscópico del diámetro del foramen apical con método estadístico neutrosófico, para lo cual será necesario la determinación del diámetro del foramen apical de cada grupo dentario tanto superior como inferior.

2 Análisis microscópico del diámetro del foramen apical con método estadístico neutrosófico

Con el objetivo de facilitar la aplicación práctica a problemas de la toma de decisiones y de la ciencia en general, se realizó la propuesta de los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés) [7],[8], [9], [10] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas para aumentar la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [11],[12], [13].

Los conjuntos Neutrosóficos son una generalización de un conjunto borroso (espacialmente de un conjunto intuicionístico borroso) [14, 15]. Deja ser U, un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U. Un elemento x de U es notado en respeto del conjunto M como x(T, I, F) y pertenece a M en el modo siguiente [16, 17]: Es t% verdad en el conjunto, i% indeterminante (desconocido si sea) en el conjunto, y f% falso, donde t varia en T, i varia en I, f varia en F [18], [10], [8], [19].

Estadísticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u operaciones dependientes de muchos parámetros desconocidos o conocidos [20-22].

Sea X un universo de discurso.Un SVNSA sobre X es un objeto de la forma:

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d \tag{1}$$

Donde $u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x), : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) :\leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente [23, 24]. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $+ b + c \leq 3$.

Para el trabajo con los números neutrosóficos se ha definido también la estadística neutrosófica [25], [26], [27]. El intervalo de confianza representa un dominio de aplicación de la estadística neutrosófica aplicada [28-30]. El intervalo de confianza neutrosófica de muestra de la población se puede definir de la misma manera que el intervalo de confianza clásico de muestra grande para la proporción de población π[31], [32], [33]:

$$p \pm (Valor\ crítico\ Z)\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \tag{2}$$

para el caso cuando $\min\{np\} \geq 5$ y $\min\{n(1-p)\} \geq 5$,
Donde:
p: proporción de muestra, cantidad de individuos de la muestra que poseen la propiedad de interés dividida por el tamaño de la muestra;
n: tamaño de la muestra,
π: proporción poblacional $= \frac{\text{cantidad de individuos de la población que poseen la propiedad de interés}}{\text{total de individuos de interés,}}$

Con la distinción de las estadísticas clásicas de que en las estadísticas neutrosóficas los parámetros p y n pueden establecerse en lugar de números nítidos *z*, y el valor crítico también puede ser un conjunto (por ejemplo, puede ser el nivel de confianza [34], [35], [36].

La estadística de muestra neutrosófica p, para $\min\{n\}$suficientemente grande, tiene una distribución de muestreo neutrosófico [37, 38], curva normal que se aproxima a la media de la población π y su desviación estándar[39, 40].

$$\sqrt{\frac{\pi(1-n)}{n}} \tag{3}$$

Las potencialidades que brinda el método estadístico neutrosófico serán empleadas para realizar el análisis microscópico del diámetro del foramen apical, propuesto para esta investigación[14, 41, 42].

3 Materiales y métodos

Estudio de tipo observacional, donde el universo se conformó por 150 dientes permanentes humanos recolectados del Centro de Salud de San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas, Ecuador[21, 22, 43]. Tras su extracción, los pacientes firmaron el consentimiento informado, aceptando donar su órgano dentario para este estudio. A continuación, fueron almacenados en agua destilada[44-46].

Posteriormente, se los colocó en una dilución de hipoclorito de sodio al 5,25% durante 24 horas para eliminar el tejido orgánico, además de la remoción de cálculos de forma manual[20, 47-49].

Los criterios de inclusión fueron órganos dentarios pertenecientes a individuos de edades entre 15 a 25 años, con ápices formados y sin tratamiento endodóntico previo; mientras que los criterios de exclusión fueron dientes con tratamientos endodónticos previos, ápices abiertos, reabsorciones y fracturas radiculares. Una vez que fueron aplicados los criterios, la muestra se redujo a 70 dientes correspondientes a 5 de cada grupo dentario: incisivos centrales; laterales; caninos; primeros y segundos premolares; primeros y segundos molares; tanto del maxilar superior como del maxilar inferior[23, 40, 50].

La muestra se estandarizó realizando un corte transversal de los últimos 5mm de la raíz, mediante un micromotor (marca NSK) y un disco de diamante, obteniéndose 95 porciones radiculares. Cada grupo dentario fue respectivamente marcado y separado en diferentes tubos.

El análisis microscópico se realizó en el Laboratorio de Caracterización de Nanomateriales del Centro de Nanociencia y Nanotecnología de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), mediante Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) (Marca TESCAN MIRA3 FEG de alto vacío). La muestra fue secada a 70ºC por una hora y conservada en la estufa a 40ºC hasta su observación.

A continuación, cada uno de los especímenes dentarios fue fijado con cinta de carbono conductora doble faz a un soporte para microscopía electrónica de barrido. En seguida, la muestra fue recubierta con oro, material conductor para su observación en el MEB, este procedimiento se realizó mediante un evaporizador de oro (Sputter Coating Quorum Q105R) bajo las siguientes condiciones: 15 mA y 80 m Torr por 60 segundos para producir una capa con un espesor aproximado de 20 nm. Finalmente, los portamuestras fueron introducidos al microscopio electrónico de barrido y fueron visualizadas a magnificaciones de entre 350, 450 y 500 X.

Se realizaron 95 microfotografías correspondientes a cada porción radicular y las medidas fueron realizadas empleando la herramienta de la regla del mismo microscopio: en la imagen del foramen se trazaron dos líneas en forma de cruz para determinar el diámetro del mismo (D1: largo, D2: ancho).

Para la recopilación de información se elaboraron tablas haciendo uso del programa Microsoft Excel. De esta manera se pudieron procesar los datos para a continuación realizar el análisis estadístico neutrosófico[23, 40, 50].

4 Resultados y discusión

El análisis estadístico neutrosófico utilizado para la muestra obtenida de 95 porciones radiculares, correspondientes a 5 de cada grupo dentario, fue mediante la prueba de Chi-cuadrado, en el programa SPSS[23, 50-52]. Los diámetros del foramen apical para los diferentes órganos dentarios se muestran en la tabla 1[23, 40, 50],

Grupo de Incisivos

Incisivo central superior 0,38mm (+/- 0,21mm), Incisivo central inferior 0,22mm (+/- 0,06), Incisivo lateral superior 0,23mm (+/- 0,04mm), Incisivo lateral inferior 0,21mm (+/- 0,11mm). (fig 1 y fig.2).

Grupo de Caninos

Canino superior 0,30mm (+/- 0,15mm), Canino inferior 0,22mm (+/-0,04mm). (fig 1 y fig.1)

Tabla 1. Análisis estadístico del diámetro de los forámenes apicales.

ORGANO DENTARIO	N°	Media	Desviación estándar	Error estándar	Mínimo	Máximo
INCISIVO CENTRAL SUPERIOR	5	0,384	0,210	0,094	0,240	0,740
INCISIVO CENTRAL INFERIOR	5	0,222	0,069	0,031	0,140	0,330
INCISIVO LATERAL SUPERIOR	5	0,234	0,045	0,020	0,160	0,280
INCISIVO LATERAL INFERIOR	5	0,212	0,118	0,053	0,040	0,360
CANINO SUPERIOR	5	0,306	0,159	0,071	0,060	0,450
CANINO INFERIOR	5	0,220	0,045	0,020	0,190	0,300
PRIMER PREMOLAR SUPERIOR RAÍZ VESTIBULAR	5	0,220	0,066	0,030	0,160	0,310
PRIMER PREMOLAR SUPERIOR RAÍZ PALATINA	5	0,314	0,062	0,028	0,220	0,380
SEGUNDO PREMOLAR SUPERIOR	5	0,268	0,093	0,042	0,150	0,410
PRIMER PREMOLAR INFERIOR	5	0,286	0,228	0,102	0,010	0,640
SEGUNDO PREMOLAR INFERIOR	5	0,318	0,097	0,043	0,190	0,410
PRIMER MOLAR SUPERIOR RAÍZ PALATINA	5	0,254	0,077	0,034	0,170	0,350
PRIMER MOLAR SUPERIOR RAÍZ MESIAL	5	0,244	0,075	0,034	0,120	0,320
PRIMER MOLAR SUPERIOR RAÍZ DISTAL	5	0,264	0,128	0,057	0,050	0,390
SEGUNDO MOLAR SUPERIOR RAÍZ DISTAL Y MESIAL	5	0,310	0,195	0,087	0,170	0,630
SEGUNDO MOLAR SUPERIOR RAÍZ PALATINA	5	0,350	0,101	0,045	0,240	0,510
PRIMER MOLAR INFERIOR RAÍZ DISTAL	5	0,474	0,023	0,010	0,450	0,510
PRIMER MOLAR INFERIOR RAÍZ MESIAL	5	0,252	0,100	0,045	0,130	0,370
SEGUNDO MOLAR INFERIOR	5	0,566	0,451	0,202	0,170	1,280
Total	**95**	**0,300**	**0,166**	**0,017**	**0,010**	**1,280**

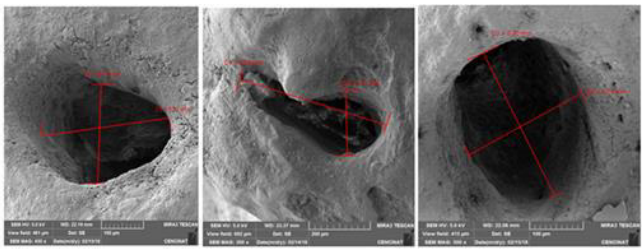


Figura 1: Diámetro de foramen apical incisivos y caninos.

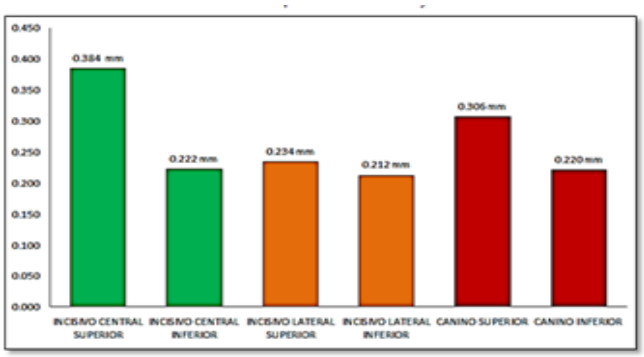


Figura 2: Microfotografía con SEM, magnificación 300x, 450x, 500x. A incisivos central superior. B Incisivo lateral inferior. C canino superior.

Grupo de premolares

Primer premolar superior en su raíz vestibular 0,22mm (+/- 0,06mm), Primer premolar superior en su raíz palatina 0,31mm (+/- 0,06mm), Segundo premolar superior 0,26mm (+/- 0,09mm), Primer premolar inferior 0,28mm (+/- 0,22mm), Segundo premolar inferior 0,31mm (+/-0,09mm). (figura. 3)

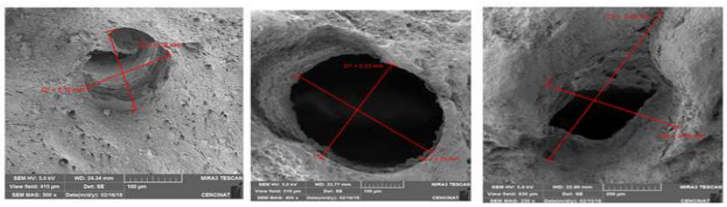


Figura 3: Microfotografía con SEM, magnificación 300x, 450x, 500x. A Raíz vestibular de 1er premolar sup. B Raíz palatina del 1er premolar sup. C 2do premolar inferior.

Grupo de Molares

Primer molar superior en su raíz mesial 0,24mm (+/- 0,07mm), en su raíz distal 0,26mm (+/- 0,12mm), en su raíz palatina 0,25mm (+/- 0,07mm), Segundo molar superior en su raíz mesial y distal 0,31mm (+/- 0,19mm), en su raíz palatina 0,35mm (+/- 0,10mm) (Gráfico 3 y fig, 3).

Primer molar inferior en su raíz mesial 0,25mm (+/0,10mm), en su raíz distal 0,47mm (+/- 0,02mm), Segundo molar inferior 0,56mm (+/- 0,45mm). (Figura 4).

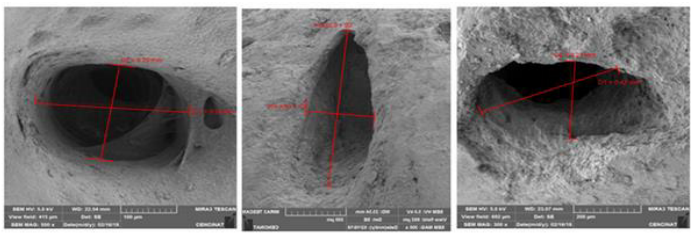


Figura 4: Microfotografía con SEM, magnificación 300x, 450x, 500x. A Raíz MV de 1er molar sup. B Raíz MD del 1er mola sup. C Raíz P del molar sup.

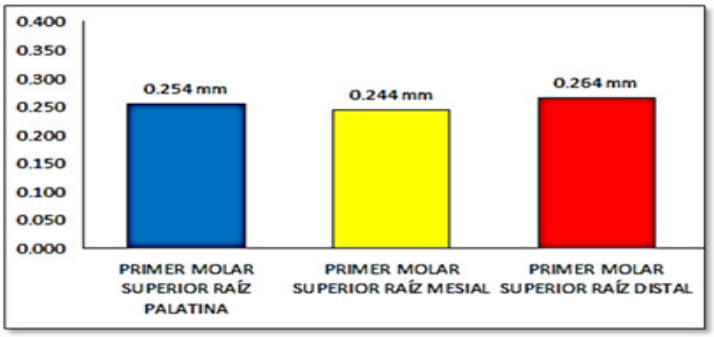


Figura 5: Diámetro del formen apical en molares superiores.

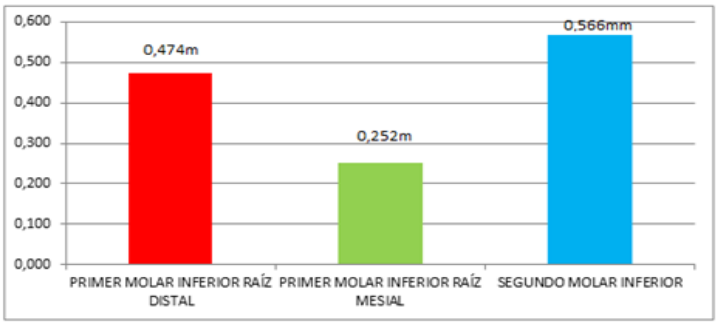
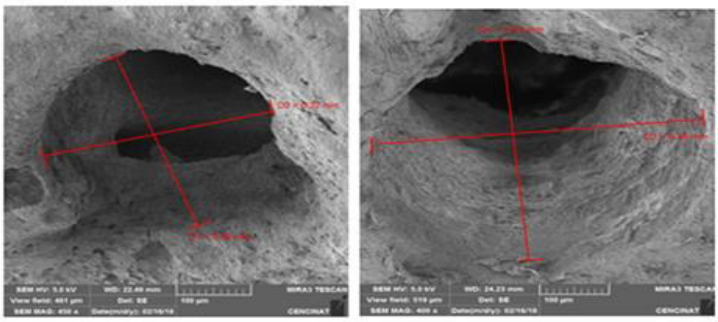


Figura 6: Diámetro del formen apical en molares inferiores

Figura 7: Microfotografía con SEM, magnificación 450x. A Raíz M de 1er molar inf. B Raíz D del 1er mola inf



5. Discusiones

Kuttler determinó un diámetro de 502 um, en jóvenes de 18-25 años y en aquellos de más de 55 años fue 681 um, demostrando su crecimiento con la edad [4], estos valores difieren con los datos del presente estudio, donde el diámetro promedio fue de 300um, con un rango de edad entre 15 a 25 años.

Ponce y cols. evaluaron mediante microscopio óptico el diámetro del foramen en el segmento anterior, encontrando los siguientes valores: en los incisivos laterales (519.21 um), siendo el diámetro más grande, seguido de los caninos (453.63 um), e incisivos centrales (353.98 um) [6]. En nuestra investigación, encontramos que el diámetro más grande corresponde a los incisivos centrales (300 um), seguido de los caninos (260 um) y finalmente los laterales (220 um), valores que pueden variar por el rango de edad de los dientes empleados en nuestro estudio, mientras que el promedio utilizado en la investigación de Ponce, fue de hasta 42 años.

Leoni et al. escanearon 100 incisivos mandibulares mediante tomografía micro-computarizada y determinaron un diámetro del foramen que se encontraba dentro de los rangos de 0.09 -1.10 mm [53]. En nuestro estudio, los diámetros del mismo grupo dentario oscilaron entre 0,27-0,34mm, existiendo discrepancia con el anterior y se le atribuye a la metodología utilizada. Diámetros que referían valores menores a 0,10 mm fueron considerados como accesorios [2].

Según Miyashita et al [54] y Mauger et al [55], el diámetro promedio del foramen en incisivos mandibulares

fue de 0,7 mm y 0,49mm respectivamente, resultados que difieren con los obtenidos (0,22 mm).

Versiani et al. realizaron un análisis de la morfología apical de caninos mandibulares mediante tomografía micro-computarizada, determinando que el tamaño del foramen apical fue de 0,27mm [6], mientras que el diámetro que obtuvimos en este órgano dentario corresponde a 0,24 mm, considerando que tales variaciones no son significativas.

En el estudio de Wu et. al. evaluaron los primeros premolares mandibulares birradiculares, reportando que el diámetro del foramen vestibular es de 0.40 mm y el lingual 0,14 mm [56]. Sin embargo, en este estudio solo se evaluaron primeros premolares unirradiculares y con un solo conducto, encontrando un diámetro de 0,28 mm, recalcando que la información referente al tema es escasa.

Abarca et al., al analizar los molares maxilares y mandibulares con microscopio a una magnificación de 40X, encontró que el diámetro del foramen es de 0,29 mm para ambos grupos [3]. En cuanto a los valores encontrados para molares superiores, nuestra investigación refirió la medida de 0,28mm, la cual se encuentra dentro de los parámetros del estudio antes mencionados, sin embargo, en los molares inferiores hay una diferencia notoria de 0,43mm. Acotamos que todos los estudios coinciden que al comparar estos grupos dentarios, el molar inferior tiene un diámetro foraminal mayor con respecto al superior.

Evaluando más detalladamente a los molares inferiores, Jeong et al. encontraron que el foramen de la raíz mesial tenía un diámetro de 0,26 mm y 0.34 mm para la raíz distal [57]; en nuestro estudio estos valores fueron muy variables de tal forma que el diámetro del foramen de la raíz mesial fue de 0,48 mm y 0, 25 mm para la raíz distal.

Conclusión

El estudio determina que existe una variación del diámetro anatómico para todos los grupos dentarios. Las variaciones de los diámetros, analizados este estudio, discrepan con los estudios ya mencionados. Esto se debe al número de muestras analizadas y a la variante de edad, el cual, es un factor de gran importancia. En el presente estudio se logró analizar el diámetro del foramen apical mediante microscopía electrónica de barrido de cada grupo dentario utilizando el método estadístico neutrosófico. Se logró establecer diferencias en la medida del diámetro del foramen apical en cada grupo dentario.

Referencias

[1] J. Martos, C. Lubian, L. F. M. Silveira, L. A. S. de Castro, and C. M. F. Luque, "Morphologic analysis of the root apex in human teeth," *Journal of Endodontics,* vol. 36, no. 4, pp. 664-667, 2010.

[2] B. B. Marroquín, M. A. El-Sayed, and B. Willershausen-Zönnchen, "Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars," *Journal of Endodontics,* vol. 30, no. 5, pp. 321-328, 2004.

[3] J. Abarca, C. Zaror, H. Monardes, V. Hermosilla, C. Muñoz, and M. Cantin, "Morphology of the physiological apical foramen in maxillary and mandibular first molars," *International journal of morphology= Revista internacional de morfología,* vol. 32, no. 2, pp. 671, 2014.

[4] Y. Kuttler, "Microscopic investigation of root apexes," *The Journal of the American Dental Association,* vol. 50, no. 5, pp. 544-552, 1955.

[5] E. H. Ponce, and J. A. V. Fernández, "The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy," *Journal of endodontics,* vol. 29, no. 3, pp. 214-219, 2003.

[6] M. Versiani, J. Pécora, and M. Sousa‐Neto, "Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single‐rooted mandibular canines," *International Endodontic Journal,* vol. 46, no. 9, pp. 800-807, 2013.

[7] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.

[8] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[9] F. Smarandache, and M. Leyva-Vázquez, *Fundamentos de la lógica y los conjuntos neutrosóficos y su papel en la inteligencia artificial*: Infinite Study, 2018.

[10] F. Smarandache, and S. Pramanik, *New trends in neutrosophic theory and applications*: Infinite Study, 2016.

[11] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingenieria y Universidad: Engineering for Development,* vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

[12] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutros en el Mapa Neutrosófico Cognitivo," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[13] F. Smarandache, and T. Paroiu, *Neutrosofia ca reflectarea a realității neconvenționale*: Infinite Study, 2012.

[14] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[15] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[16] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[17] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[18] F. Smarandache, "A unifying field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141: American Research Press, 1999.

[19] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.

[20] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[21] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[22] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[23] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[24] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[25] F. Smarandache, "Operators on Single-Valued Neutrosophic Oversets, Neutrosophic Undersets, and Neutrosophic Offsets," *Bulletin of Pure & Applied Sciences-Mathematics and Statistics,* vol. 35, no. 2, pp. 53-60, 2016.

[26] F. Smarandache, *Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics*: Infinite Study, 2016.

[27] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.

[28] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[29] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[30] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[31] R. G. Evwcombe, and C. M. Soto, "Intervalos de confianza para las estimaciones de proporciones y las diferencias entre ellas," *Interdisciplinaria,* vol. 23, no. 2, pp. 141-154, 2006.

[32] R. D. Mason, D. A. Lind, W. G. Marchal, and M. C. H. Lozano, *Estadística para administración y economía*: Alfaomega ^ eMéxico DF México DF, 1998.

[33] E. Olivo Suárez, "Significado de los intervalos de confianza para los estudiantes de ingeniería en México," 2008.

[34] E. Olivo, and C. Batanero, "Un estudio exploratorio de dificultades de comprensión del intervalo de confianza," *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, no. 12, pp. 37-51, 2007.

[35] E. Olivo, C. Batanero, and C. Díaz, "Dificultades de comprensión del intervalo de confianza en estudiantes universitarios," *Educación matemática,* vol. 20, no. 3, pp. 5-32, 2008.

[36] N. d. Coppo, J. Coppo, and M. Lazarte, "Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos," *Revista Veterinaria,* vol. 14, no. 1, pp. 3-10, 2016.

[37] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[38] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[39] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[40] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[41] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.

[42] J. Estupiñan-Ricardo, and K. de Mora-Litardo, "La influencia de la programación neurolingüística en estudiantes universitarios en la República de Ecuador," *Luz,* vol. 16, no. 1, pp. 104-112, 2017.

[43] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[44] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

[45] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, pp. 38-44, 2020.

[46] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional,* vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.

[47] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[48] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[49] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[50] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[51] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[52] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

[53] G. B. Leoni, M. A. Versiani, J. D. Pécora, and M. D. de Sousa-Neto, "Micro–computed tomographic analysis of the root canal morphology of mandibular incisors," *Journal of endodontics,* vol. 40, no. 5, pp. 710-716, 2014.

[54] M. Miyashita, E. Kasahara, E. Yasuda, A. Yamamoto, and T. Sekizawa, "Root canal system of the mandibular incisor," *Journal of endodontics,* vol. 23, no. 8, pp. 479-484, 1997.

[55] M. J. Mauger, W. G. Schindler, and W. A. Walker III, "An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors," *Journal of endodontics,* vol. 24, no. 9, pp. 607-609, 1998.

[56] M.-K. Wu, A. R'oris, D. Barkis, and P. R. Wesselink, "Prevalence and extent of long oval canals in the apical third," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology,* vol. 89, no. 6, pp. 739-743, 2000.

[57] H. Jeong, S.-j. Park, S.-H. Park, and G.-W. Choi, "Morphology of the apical root canal system in Korean mandibular first molar," *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry,* vol. 34, no. 2, pp. 137-144, 2009.

Recibido: Mayo 23, 2022. **Aceptado:** Junio 11, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná, 2021

Neutrosophic method for the evaluation of sales management in microenterprises in Canton La Maná, 2021.

Luis Orlando Albarracín Zambrano [1], Edmundo José Jalon Arias [2], and Jennifer Pamela Martínez Matute [3]

[1] Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, Quevedo, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-3164-5229
E-mail: uq.luisalbarracin@uniandes.edu.ec

[2] Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, Quevedo, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-3060-736X
E-mail: uq.edmundojalon@uniandes.edu.ec

[3] Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, Quevedo, Ecuador. https://orcid.org/0000-0001-7241-0605
E-mail: sq.jenniferpmm32@uniandes.edu.ec

Resumen. Este trabajo parte de la necesidad de una reactivación económica que el COVID-19, ha hecho evidente que es necesario; por ende se planteó como tarea desarrollar una tienda virtual para mejorar la gestión de ventas en la empresa Olivia Store de la ciudad de La Maná. En el desarrollo de la investigación se analizó la situación actual en la que se mantenía este proceso, la cual conllevó a plantearse la problemática: ¿Cómo contribuir en la gestión de ventas on-line en la empresa Olivia Store?, para lo cual se define como objetivo de la presente investigación, desarrollar un método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná. Se determinó que el Método de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) por su interactividad, permitir crear y emplear una rápida ejecución al momento de implementar la aplicación. El aporte innovador está dado por el desarrollo del sitio web que mejorará la gestión de ventas en la empresa, y el método neutrosófico para la evaluación, control y seguimiento de las ventas.

Palabras Claves: Tienda virtual, gestión de ventas, comercio electrónico, desarrollo web, método neutrosófico.

Abstract. This work is based on the need for an economic reactivation that COVID-19 has made evident is necessary; Therefore, the task of developing a virtual store to improve sales management in the company Olivia Store in the city of La Maná was proposed. In the development of the investigation, the current situation in which this process was maintained was analyzed, which led to considering the problem: How to contribute to the management of online sales in the company Olivia Store?, for which It is defined as the objective of this research, to develop a neutrosophic method for the evaluation of sales management in micro-enterprises of the La Maná Canton. It was determined that the Rapid Application Development Method (RAD) due to its interactivity, allows to create and use a fast execution when implementing the application. The innovative contribution is given by the development of the website that will improve sales management in the company, and the neutrosophic method for the evaluation, control and monitoring of sales.

Keywords: Virtual store, sales management, electronic commerce, web development, neutrosophic method.

1 Introducción

A nivel mundial la matriz productiva de los países se basa en el desarrollo de las PYMES juntamente con la tecnología, involucrando el crecimiento económico del país y de población para así mejorar la calidad de ventas y tener una muy buena eficiencia.

Las empresas en la actualidad operan en mercados cada vez más globalizados y se enfrentan a una fuerte competencia, el posicionamiento en el mercado es importante para una empresa ya que de ella depende el reconocimiento de sus clientes y el público en general.

En la empresa Olivia Store de la ciudad de La Maná, que se encuentra ubicada en la calle Eugenio Espejo y 19 de Mayo con su propietaria la Ing. Estefanía Villareal. La empresa en la actualidad no maneja un posicionamiento en el entorno online lo cual limita sus ventas, sumado a esto el confinamiento por la pandemia del Covid-19 no permite la afluencia normal de clientes, pese al tiempo que tiene en el mercado no ha cumplido con su meta de posicionarse como líder, pionera y boutique con mayor ventas en la ciudad de La Maná.

Según autores como Hernandez , Cardona, & Del Rio, algunas causas son la falta de direccionamiento estra-

tégico y mencionan que es importante para que la empresa no solo se mantenga, sino que pueda alcanzar los objetivos propuestos, así también la carencia de un departamento de ventas online que son de mucha aceptación por parte de los clientes [1].

Por lo antes expuesto y al no tener un incremento de su ingreso económico productos de las ventas, sumado a eso el mantenimiento de la boutique, genera una disminución de la rentabilidad. Por lo que si esta tendencia se mantiene no logrará posicionarse como marca ni tener un crecimiento empresarial, ya que actualmente el mercado de venta de ropa por boutique o catálogo es muy competitivo en cuanto a precios, calidad y beneficios a clientes.

El proyecto de examen complexivo se encuentra basado en los lineamientos de desarrollo del país, los mismos que se detallan a continuación:

Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 "Toda una Vida": se encuadra con el eje 2 del plan Nacional de Desarrollo, "Economía al Servicio de la Sociedad", objetivo 5, en el cual se expresa: "Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico", manejando con su política 5.6 Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades. La tecnología es una necesidad para cualquier negocio, especialmente para las empresas que prestan servicios directamente a los clientes, las páginas web permiten al cliente ponerse en contacto con las tiendas para así conocer los productos que ofrecen.

Agenda de Transformación de la Matriz Productiva: se involucra con los cimientos para el desarrollo productivo nacional al largo plazo, instaurándose políticas de fomento productivo a través de la estrategia de Diversificación Productiva, complementándose con el Sistema Integral de Innovación y Emprendimiento en 2 el territorio nacional y que logra aterrizar por medio de los instrumentos de planeación de las zonas, provincias y cantones. Con posibilidad de incrementar la productividad y la calidad de sus productos y servicios, puesto que es estado ecuatoriano ofrece mayores garantías para los empresarios.

Agenda Zonal de Desarrollo: las empresas pertenecientes a la Zona 3, ayudan a mejorar la economía de este sector. Las empresas juegan un papel de gran valor dentro del desarrollo de la economía de la zona 3, y constituyen un factor fundamental en la generación de riqueza y empleo.

Plan provincial de Desarrollo Cotopaxi: es una provincia privilegiada al permitir emprender negocios, convirtiendo a este sector en eje estratégico. Se conoce que la provincia que mayor Valor Agregado Bruto ha generado es la provincia de Tungurahua con el 37,5%, seguido de Cotopaxi con el 24,05%, Chimborazo con el 23,07% y Pastaza con el 15,38%, lo que evidencia la potencialidad económica de la Provincia en la zona.

Plan de Desarrollo del cantón

La principal actividad económica del cantón La Maná es la Agropecuaria, correspondiendo al 53% de la población económicamente activa (PEA), continúa en orden de importancia el comercio con el 12,5 % especialmente en la zona céntrica de la cabecera Cantonal y los alrededores de la carretera principal.

En la actualidad, las empresas se ven cada vez sujetos a utilizar un sistema que automatice sus procesos y mejore la venta de sus productos, por lo que el desarrollo de aplicaciones y la implementación de sitios web a medida se han convertido en la base tecnológica de las empresas modernas.

El propósito de realizar la Tienda Virtual es para incrementar ventas, y lograr extenderse fuera de la ciudad lo mismo que permite al posicionamiento en el mercado de "Olivia Store" ya que se han detectado varias falencias que conllevan a causas como: Falta de direccionamiento estratégico, desorganización empresarial, la carencia de un departamento de ventas online. Indudablemente este proyecto se convierte en un aporte e incentivo al Gerente Propietario, pues establece las condiciones básicas que favorecen al desarrollo de esta actividad y con ella el progreso económico.

Considerando este punto de vista económico es posible realizar la investigación del problema planteado, porque los valores que se invertirán en el diseño y mantenimiento de la Tienda Virtual no son muy elevados en comparación a los beneficios y comodidades que recibirá la tienda "Olivia Store".

El aporte teórico de la investigación realizada da conocer y fundamentar nuevas teorías y métodos para la creación de una tienda online orientados a la web, así como la evaluación de sus ventas, que enseña los conceptos de los sistemas de compras online y cómo utilizarlos de la mejor manera para tener un resultado de posicionamiento en el mercado local.

La novedad científica se centra en las circunstancias actuales que se presentan y que afectan gravemente en el desarrollo económico de las personas, empresas y negocios comerciales; es por esta razón que muchas de estas entidades se han dado la tarea de implementar el servicio de ventas y servicios en línea y a su vez adaptarse al negocio de Tiendas Online para de esta manera generar nuevas fuentes de ingresos. Teniendo en cuenta los elementos descritos, se definió como objetivo de la presente investigación, desarrollar un método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná.

2 Preliminares

El origen y evolución de las tiendas virtuales según el corporativo Digital, Observatorio eCommerce y Transformación [2], tratan a partir de las conocidas venta por catálogo la cual fue la forma revolucionaria de ventas en la cual el cliente compraba productos sin verlos físicamente, así es como en 1979 se inventaron las compras en línea y el uso de videotex, esto hasta la actualidad ya se lo conoce como comercio electrónico.

En base a lo sustentado por Brand las tiendas virtuales y físicas mantienen una cierta diferenciación las cuales vienen dadas por el tipo de modelo de negocio, forma de pago e incluso forma de entrega de los productos, bienes o servicios que se ofertan [3].

> "Las fuerzas de ventas son las responsables de implementar la estrategia de marketing y ventas, y consiste en una estructura organizacional con vendedor es que tienen roles definidos, que realizan actividades de ventas para que la empresa pueda satisfacer las necesidades del cliente y así lograr sus metas financieras" [4].

Así también se puede afirmar en base a lo mencionado por Marco que las tiendas virtuales integran varias funciones que no poseen las tiendas tradicionales, las tiendas virtuales han permitido alcanzar un mayor potencial en el mercado y que los productos lleguen tan lejos como la capacidad logística permita en cambio las tiendas físicas solo están para una clientela local [5].

El autor Bartolomé plantea que el comercio electrónico en Latinoamérica mantiene una curva de crecimiento que se considera fundamental dentro del mercado libre en plataformas de compra y venta online, además de eso menciona que se encuentran en 12 países y mantiene alrededor de 127 millones de usuarios aproximadamente [6].

De igual manera Suominen indica que la nueva modalidad de compra se las realiza a través de las tiendas virtuales en Latinoamérica donde no es necesario asistir a un local comercial para obtener un producto. La tienda virtual ha experimentado una gran transformación desde que empezó a funcionar [7].

En base a lo expuesto por los autores Cáceres y Price, las ventajas que ofrece las tiendas virtuales es de gran beneficio para los clientes acceder a una herramienta que puede integrar bienes y servicios cada vez es mayor, la evolución que se tiene ha impactado de gran manera, los clientes empiezan a interactuar y tener mayor confianza en las compras vía una tienda virtual, así mismo las tiendas virtuales ofrecen coberturas hasta en zonas rurales y amplias las posibilidades de negocios e incrementando la cartera de clientes [8], [9].

2.1 Elementos de una tienda virtual

Según Bartolomé (2019) los primeros elementos de una tienda virtual que deben considerar son:

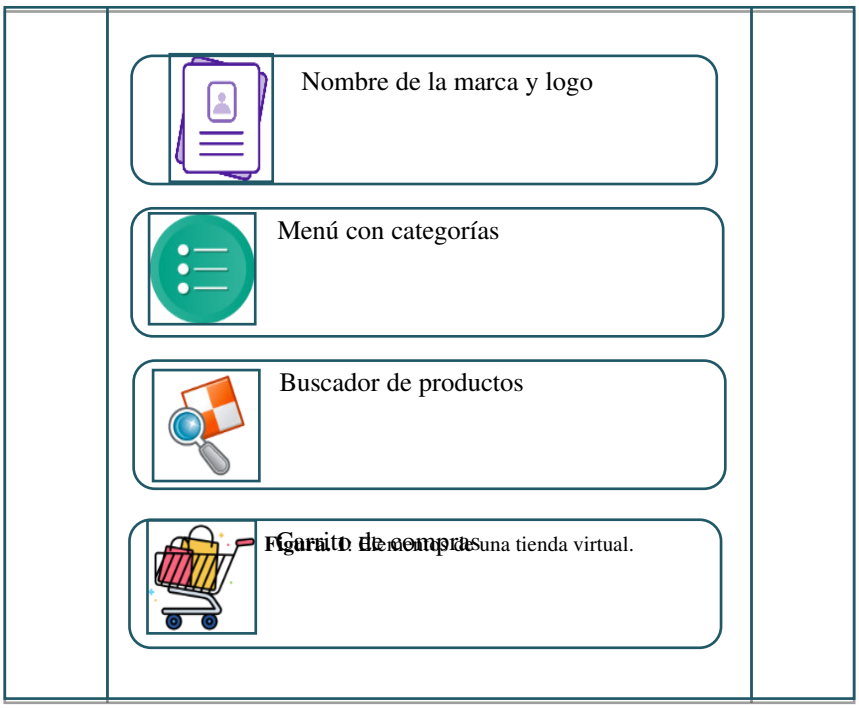


Figura 1. Elementos de una tienda virtual.

Considerando cada elemento es indispensable ser claros para así lograr que la tienda virtual pueda vender por internet y afianzar sus ventas al momento de destacar cada elemento de una tienda virtual ganando rentabilidad.

Teniendo en cuenta el argumento de los autores Chaffey, Hemphill y Edmundson-Bird donde indican que el E-commerce nace de la demanda de los administradores de empresas en hacer uso de la informática para mejorar la relación entre clientes y proveedores, todo con la finalidad de apoyar el comercio de bienes y servicios, así mismo el E-comerce consiste en la comercialización, venta, compra, marketing de productos o servicios mediante los medios electrónicos tomando gran valor en la actualidad y la disponibilidad y variedad que se encuentra [10]. Sobre los tipos de comercio electrónico (Peciña, 2017) manifiesta [11]:

- B2B (*Business to Business*): relaciones comerciales entre empresas
- B2C (*Business to Consumer*): Entre una empresa y el cliente final.
- C2C (*Consumer to Consumer*): transacciones que se produce una compraventa de productos y servicios a través de una plataforma de intercambio.

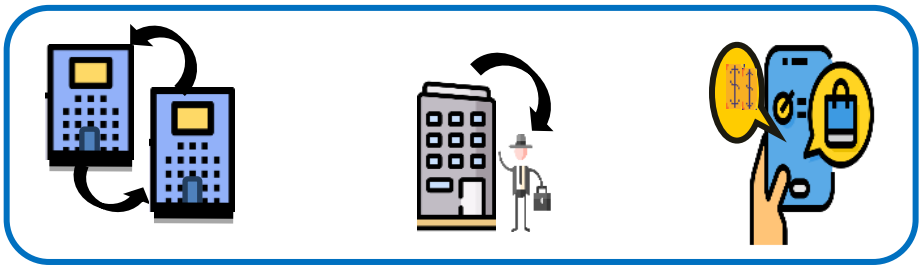


Figura 2: Tipos de comercio electrónico.

Estos tipos de comercio electrónico son muy populares debido a que permite conocer los actores que intervienen y de saber de qué forma se realizan dichos negocios para obtener beneficios y ofrecen y venden sus productos y servicios.

> "El proceso de establecimientos de estrategias, fijación de objetivos, ejecución y control de planes de ventas a la obtención de los objetivos comerciales de la empresa, acordes con los planes de marketing, teniendo una posición en el mercado que implique una gestión eficaz del principal recurso de la empresa que son los clientes" [12].

> "Las habilidades o destrezas que posee la fuerza de ventas lo llevarán a realizar sus actividades de manera exitosa, representando de la mejor manera a la organización, cerrando negocios, planificando acciones y en general, realizando una excelente gestión de ventas" [13].

Gestión de ventas es todo un proceso que una empresa crear para aumentar sus ventas permitiendo así acceder al mercado y es vender lo que hacen mediante estrategias de ventas. Desde la posición de Canido, una página web es un documento de tipo electrónico que contiene información digital de la empresa, tota esta información está incluida y conocida en la *Wolrd Wide Web*, además de eso es un instrumento que aporta accesibilidad a los clientes y usuarios, al igual que permite incluir contenido multimedia [14].

La importancia de una página web para el autor Camacho (2020) es la primera puerta de entrada a tu empresa en el entorno digital les permite mostrarse profesionales y ganar credibilidad como empresa y permite tener exactamente lo que uno se plantea en la página web [15].

> "Servidor es el ordenador que gestiona a los usuarios, el flujo de información y el tratamiento seguro de esta. Para una pequeña red en organizaciones con un número de usuarios limitado, puede ser ordenador similar a cualquier ordenador personal o de sobremesa" [16].

> "Servidor el dispositivo de red que va a ofrecer unos determinados servicios a otros dispositivos. Es un software que se encuentra alojado en un equipo físico donde es ejecutado y dicho equipo es el que está dentro de la estructura de una red." [17].

Los servidores son quienes asumen la tarea de alojar sitios las cuales son accedidas por los usuarios por medio de un navegador el cual se comunica con el servidor y a su vez el servidor le responde.

Con todo lo que se ha analizado hasta ahora, podríamos definir el término BD; una base de datos conjunto de información organizada sistemáticamente. La misma que permitirá gestionar muchos datos almacenados

posteriormente acceder y actualizar la base de datos.

3 Método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná. Se presentan las características generales de la solución propuesta. Se describen las principales etapas y actividades que conforman el método[18, 19].

El método multicriterio neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná está diseñado bajo las siguientes cualidades:

- Integración: el método garantiza la interconexión de los diferentes componentes en combinación para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná.
- Flexibilidad: utiliza 2-tuplas para representar la incertidumbre.
- Interdependencia: el método utiliza como punto de partida los datos de entrada proporcionados por los expertos del proceso. Los resultados analizados contribuyen a una base de experiencia que conforma el núcleo del procesamiento para la inferencia.

El método se sustenta en los siguientes principios:

- Identificación mediante el equipo de expertos de los criterios para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná.
- El empleo de métodos multicriterios neutrosóficos en la evaluación y decisión.

El método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná, está estructurado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de evaluación a partir de un método de inferencia multicriterio, posee tres etapas fundamentales: entrada, procesamiento y salida de información.

3.1 Descripción de las etapas del método

El método está conformado por cuatro actividades que rigen el proceso de inferencia del procesamiento. A continuación se detalla su funcionamiento[19-22]:

Actividad 1: Selección de los expertos.

El proceso consiste en determinar el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Para comenzar el proceso se envía un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y el área del conocimiento en el que se enmarca la investigación. Se realizan las siguientes actividades:

1. Se establece contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en el panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método.

El proceso debe filtrar los expertos con bajo nivel de experticia participando en el proceso los de mayor conocimiento y prestigio en el área del comercio electrónico. Para realizar el proceso de filtraje se realiza un cuestionario de autoevaluación para expertos. El objetivo es determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c), la ecuación 1 expresa el método para determinar el nivel de experticia.

$$K_c = n(0,1) \tag{1}$$

donde:
K_c: coeficiente de conocimiento o información
n: rango seleccionado por el experto

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Una vez identificados los expertos que intervienen en el proceso se procede a la identificación de los criterios evaluativos. Los criterios sustentan el método, representan parámetros de entrada que se utilizan en la etapa de procesamiento.

En la actividad se obtiene como resultado el conjunto de criterios evaluativos del método. Emplea un enfoque multicriterio expresado como muestra la ecuación 1.

$$C = \{c_1, c_2, , , c_m\} \tag{2}$$

Donde:

$$m > 1, \tag{3}$$

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios.

Para determinar los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se utiliza el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Se les pide que determinen el nivel de importancia atribuido a los criterios evaluativos identificados en la actividad previa.

Los pesos de los criterios evaluativos son expresados mediante un dominio de valores difusos. Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1], Tal que:

$A: S \rightarrow [0,1]$,

y se define por medio de una función de pertenencia:

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1. \tag{4}$$

Para aumentar la interpretatividad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas Neutrosóficas [23], [24]. El uso de etiquetas lingüísticas en modelos de decisión supone, en la mayoría de los casos, la realización de operaciones con etiquetas lingüísticas. La tabla 1 muestra el conjunto de términos lingüísticos con sus respectivos valores.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	[1,0,0]
Muy muy buena (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy buena (MB)	[0.8,0,15,0.20]
Buena (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente buena (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente mala (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Mala (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy mala (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy mala (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente mala (EM)	[0,1,1]

Una vez obtenidos los vectores de pesos de los diferentes expertos que intervienen en el proceso se realiza un proceso de agregación de información a partir de una función promedio tal como muestra la ecuación 5.

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij}}{E} \tag{5}$$

donde:

VA: valor agregado,

E: cantidad de expertos que participan en el proceso,

C_{ij}: vector de pesos expresado por los expertos para los criterios C.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

La actividad para la determinación de las preferencias consiste en identificar el impacto que poseen los criterios evaluativos para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná. El proceso de evaluación es realizado mediante una escala numérica de modo que se exprese el nivel de pertenencia de los indicadores. La figura 3 muestra una gráfica con los conjuntos de etiquetas lingüísticas utilizados.

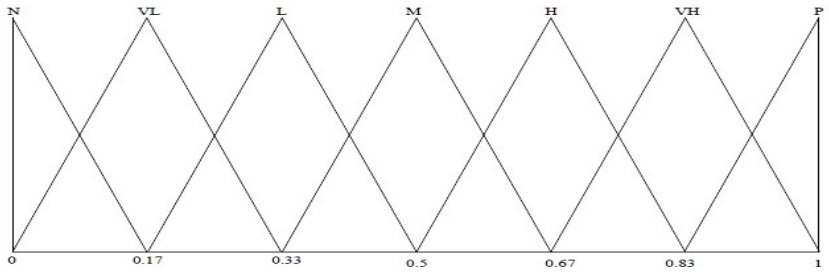


Figura 3. Conjunto de etiquetas lingüísticas.

Donde:

N: Nulo	VL: Muy Bajo	L: Bajo
M: Medio	H: Alto	VH: Muy Alto
P: Preferido		

Para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná, se describe el problema y la evaluación de cada alternativa a partir del cual se forma la matriz de evaluación [25], [26], [27]. La matriz está compuesta por las alternativas, los criterios y la valoración de cada criterio para cada alternativa[18, 19].

A partir de obtener las preferencias de cada criterio evaluativo sobre el objeto de estudio, se realiza el proceso de inferencia de información. La inferencia es guiada mediante el uso de operadores de agregación de información[28-31].

Se parte del conjunto de alternativas A:

$$A = \{A_1, A_2, \ldots, A_m\} \tag{6}$$

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

$$P = C_1, , C_n \tag{7}$$

A los criterios evaluativos se les aplica un método multicriterio para procesar las alternativas a partir de los vectores de pesos W definidos por los expertos sobre los criterios evaluativos.

$$W = \{w_1, w_2, , w_n\} \tag{8}$$

El proceso de agregación se realiza con la utilización de operadores de agregación de información [32], [33], [34]. El objetivo fundamental consiste en obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación. Para el procesamiento del método propuesto se utiliza el operador de agregación OWA (*Ordered Weighted Averaging)* [35],[36].

Los operadores OWA funcionan similar a los operadores media ponderada, aunque los valores que toman las variables se ordenan previamente de forma decreciente y, contrariamente a lo que ocurre en las medias ponderadas, los pesos no están asociados a ninguna variable en concreto [37], [38], [39].

Definición 1: Dado un vector de pesos $W = w_1, , w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^{n} w_i$, el operador (OWA) asociado a w es el operador de agregación f_n^w: → R definido por:

$$f_n^w(u) = \sum_{i=1}^{n} w_i \, v_i \tag{9}$$

donde v_i es el *i*-ésimo mayor elemento de $\{u_1, , u_n\}$

Para la presente investigación se define el proceso de agregación de la información empleado, tal como expresa la ecuación 10.

$$F(p_1, , p_2, , p_n) = \sum_{j=1}^{n} w_j b_j \tag{10}$$

Donde:

P: conjunto de preferencias obtenidas de la evaluación de los criterios evaluativos de la gestión de ventas en microem-presas del Cantón La Maná.

w_j: son los vectores de pesos atribuidos a los criterios evaluativos.

bj: es el j-ésimo más grande de las preferencias p_n ordenados.

4 Implementación del método neutrosófico para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná

Para la implementación del método propuesto se ha realizado un estudio de caso donde se representa un instrumento enfocado hacia el caso específico que se modela. El objeto de análisis es la empresa "Olivia Store", donde se implementará el método para la evaluación de la gestión de ventas. A continuación se presentan las valoraciones alcanzadas por cada actividad[40-42]:

Actividad 1: Selección de loes expertos.

Para la aplicación del método, se entregó un cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se logró el compromiso desinteresado de 5 expertos. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 5 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 3 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 9 puntos.

El coeficiente de conocimiento K_c representa un parámetro importante en la aplicación del método propuesto. Para la investigación se obtienen los K_c por experto tal como refiere la tabla 2

Tabla :

Tabla 2. Coeficiente de conocimiento por expertos**.**

1	2	3	4	5
1	1	0,90	1	0, 90

Se aplicaron 3 preguntas a los expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema:

- Sobre la pregunta 1. Análisis teóricos realizados por usted sobre la gestión de ventas en microempresas: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 4 expertos y *Media* para 1 expertos.
- Sobre la pregunta 2. Estudio de trabajos publicados sobre la gestión de ventas en microempresas: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 3 expertos, *Media* para 2 expertos.
- Sobre la pregunta 4. Conocimiento del estado actual de la gestión de ventas en microempresas: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 4 expertos, *Media* para 1 expertos.

La figura 2 muestra una gráfica con el comportamiento de los coeficientes de conocimiento de los expertos. A partir del análisis de los resultados se determina utilizar 5 de los 5 expertos previstos inicialmente.

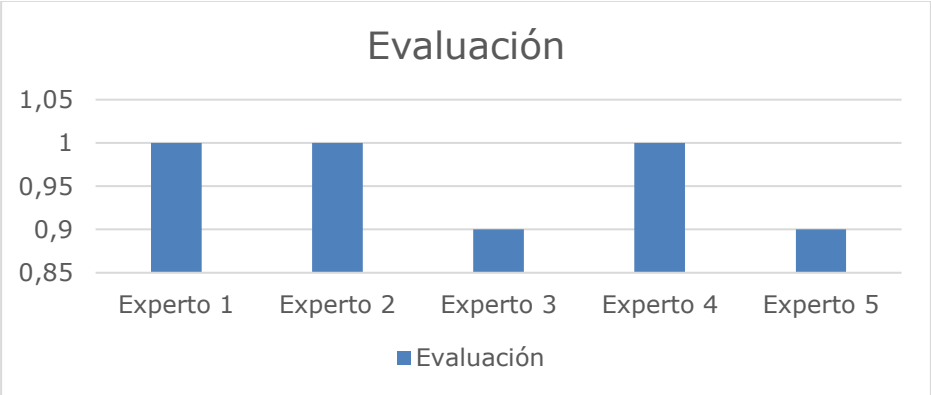


Figura 4. Representación del coeficiente de conocimiento de los expertos.

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Para la actividad se realizó una encuesta a los expertos que intervienen en el proceso. El objetivo consistió en identificar los criterios evaluativos para la evaluación de la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná. Los indicadores constituyen el elemento fundamental sobre el cual se realiza el procesamiento en etapas

siguientes.
La tabla 3 visualiza los criterios evaluativos obtenidos de la actividad.

Tabla 3: Criterios evaluativos obtenidos.

Número	Criterios evaluativos
C_1	Virtualización del comercio electrónico
C_2	Relaciones comerciales entre empresas
C_3	Relaciones comerciales entre una empresa y el cliente final.
C_4	Transacciones que se producen en una compraventa de productos y servicios a través de una plataforma de intercambio.

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios

Para determinar los pesos sobre los criterios se utilizó un enfoque multi experto, en el que participaron los 5 seleccionados en la actividad 1. Con el empleo de 2-tuplas tal como propone la tabla 1 se realizó el trabajo por el grupo de expertos.

A partir de la agregación realizada mediante la ecuación 9 se unifica los pesos de los 5 expertos en un valor agregado. La tabla 4 muestra el resultado de los vectores de pesos resultantes de la actividad.

Tabla 4: Pesos de los criterios a partir del criterio de experto.

Número	Vectores de pesos W para los criterios C
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]
C_3	[0.70,0.25,0.30]
C_4	[0.8,0,15,0.20]

Se llegó al consenso en la segunda iteración del proceso. A partir de lo cual se tomó como valor de parada.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

Para el estudio de caso propuesto con el objetivo de evaluar la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná, se realizó una evaluación del cumplimiento de los criterios. Se tomó como información de partida los vectores de pesos atribuidos a cada criterio evaluativo. Se evaluó el cumplimiento de los indicadores con el empleo del conjunto de etiquetas lingüísticas. Se obtuvo como resultado un sistema con valores difusos que se agregan como valores de salidas. La tabla 5 muestra el resultado del procesamiento realizado.

Tabla 5: Resultado de las evaluaciones obtenidas por los expertos

Número	W	Preferencia	$\sum_{j=1}^{n} w_j b_j$
C_1	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_2	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.85, 0.15, 0.15]
C_3	[0.70,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.85, 0.15, 0.15]
C_4	[0.8,0,15,0.20]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.85, 0.15, 0.15]
Indice			[0.87, 15,0.15]

La figura 5 muestra el comportamiento de las inferencias sobre los criterios evaluativos para el caso de estudio propuesto.

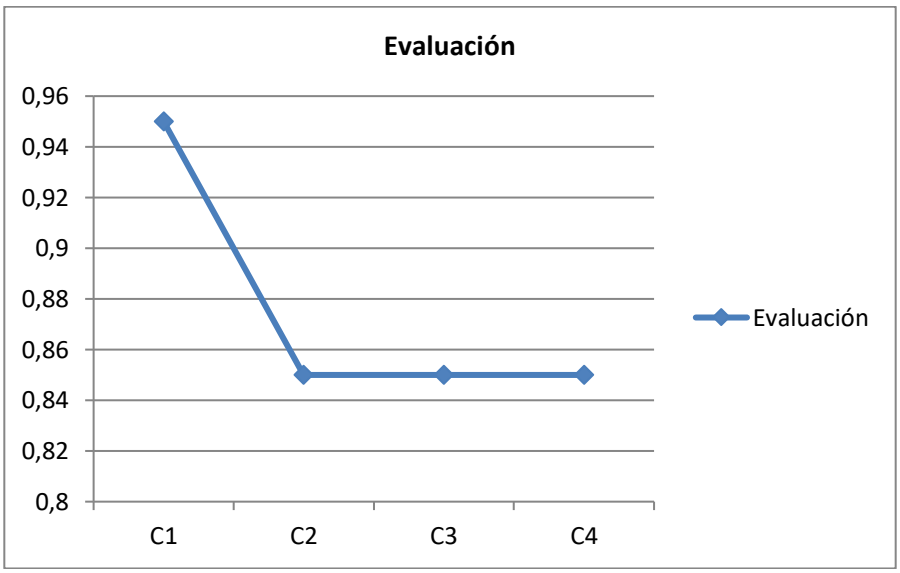


Figura 5. Comportamiento de las inferencias.

A partir de los datos presentados en la tabla 6, se identifica un índice de la propuesta de método multicriterio neutrosófico para la evaluación la gestión de ventas en la microempresa "Olivia Store" del Cantón La Maná en el caso de estudio con un I 0,87. Los resultados obtenidos son valorados como una alta evaluación en la gestión de ventas en la tienda "Olivia Store" del Cantón La Maná.

5 Métodos

Esta investigación corresponde a un enfoque Cuanti-Cualitativa ya que se aplicó una encuesta a los clientes el cual se los toma para una obtención de datos estadísticos y modelos matemáticos para el proceso de información y también se destacó la participación del personal de la empresa con el cual se pudo conocer su problema y necesidad y dar una solución tanto a la empresa como a los clientes.

Como plantea Hernández-Sampiere, la investigación cuantitativa da origen del término (del latín "quantitas") se vincula a conteos numéricos y métodos matemáticos , representa un conjunto de procesos se inicia con una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis [43].

Los tipos de investigación según las modalidades paradigmáticas:

Investigación bibliográfica y documental: Mediante este tipo de investigación se recopiló la información secundaria, citando temas y subtemas enfocados al objeto de estudio; Donde se reunió información de libros para fundamentar teóricamente los contenidos propuestos en la investigación.

Investigación de campo: Se realizó un análisis de la situación actual en la tienda "Olivia Store" en la ciudad de La Maná con respecto a la utilización de herramientas tecnológicas que emplea para la gestión de ventas online y los medios de información que suele usar para comunicar a sus clientes.

El tipo de investigación según el diseño de la presente investigación.

Investigación descriptiva: Permitió conocer el proceso de ventas que se mantenía en su actualidad y a caracterizar la importancia y cualidades que tiene la tienda virtual y en los procesos que ayudara

Investigación cuantitativa: Con la aplicación de la encuesta y mediante el uso de los cuadros matemáticos, cuadros estadísticos se demostró el comportamiento de la población que interviene y permitió elaborar una interpretación y la justificación sobre la validez de la propuesta.

Población y muestra incluida en el estudio

La población que se tomó como referencia para la investigación de la empresa "Olivia Store"de la ciudad de La Maná, se ha determinado que la población es:

Tabla 6. Población y muestra.

Población	Cantidad
Gerente propietario	1
Empleados	2
Clientes	200
Total	203

Muestra: Se procedió a calcular la población solamente a los clientes. Para hallar la muestra se la calculó con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{(E)^2\,(N-1)+1}$$

n= Tamaño de muestra
N= Población investigada
E= Índice de error máximo admisible 0,05
1 = unidad de corrección

$$n = \frac{200}{(0{,}05)^2\,(200-1)+1}$$

$$n = \frac{200}{(0{,}0025)\quad(200-1)+1}$$

$$n = \frac{200}{0{,}5075+1}$$

$$n = \frac{200}{1{,}5075} = 132{,}66$$ n=133 Encuestas: R// 133

Métodos empleados para la búsqueda y procesamiento de los datos.

Método analítico – sintético: Este procedimiento se aplicó para analizar completamente la situación actual, y descomponer el objeto de estudio y conocer cómo lograr la gestión de ventas on-line en la empresa Olivia Store del cantón La Maná.

Método inductivo – deductivo: Este método se aplicó desde la observación, experimentación estableciendo semejanzas y diferencias para teorizar el conocimiento, en las fases que realizará la investigación de la tienda virtual. Como requerimiento lógico se utilizó el procedimiento deductivo; un enfoque dialéctico crítico que facilitó procesar de lo general a lo particular que encaminó a la realización de una tienda virtual para la gestión de ventas de la empresa "Olivia Store" del cantón La Maná

Método sistémico: Este método se lo empleó para el diseño de la tienda virtual, porque su sistema esta interrelacionado; de gestión de ventas de la empresa y brindar toda la información necesaria; el cual desplegó los distintos envíos de paquetes y transmisión de datos, determinando cada uno de forma dinámica e interactiva.

Método de desarrollo web: La metodología RAD se utilizó para el desarrollo del sistema, siendo la que más se amolda en el desarrollo de la tienda virtual debido a la necesidad que una empresa tiene en crear y que se ha bajo costo pero que sea de gran rentabilidad, se caracteriza por ser la elaboración de software a corto, rápido y practico, sus siglas quieren decir (Desarrollo Rápido de Aplicaciones).

6 Discusión

La presente investigación se enfocó en el beneficio que se brinda a los clientes de las microempresas, aplicando atributos técnicos y tecnológicos para el desarrollo de una solución a través del internet. El alcance de este proyecto fue mejorar el marketing digital de las empresas que en estos tiempos de pandemia se han visto afectados por la reducción en sus ventas ya que las medidas adoptadas por los entes reguladores, prohibían que los clientes puedan ir a los pequeños locales, y el miedo al contagio era otro factor. Como objetivo principal esta investigación se centra en la entrega de un sitio web donde los clientes podrán ver categorías de productos y promociones que cubran la necesidad del usuario. Como resultado se presenta un diseño de fácil acceso y de fácil interpretación, en lo referente a la metodología de desarrollo "la primera medida de progreso es el software funcional donde los requisitos y soluciones propuestas evolucionan a través del tiempo tras una colaboración organizada y multidisciplinaria" [44].

Es importante mencionar el valor que tiene la investigación relacionado con las técnicas y los instrumentos que permitieron la obtención de los datos para su posterior análisis, mismos que permitieron bajo un análisis determinar los requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de la solución presentada, los instru-

mentos permitieron determinar de manera puntual la problemática de las pymes en el cantón La Maná, entre los instrumentos utilizados se destaca la entrevista, la observación y la encuesta.

Este proyecto fue viable gracias a la aceptación de los propietarios de los pequeños negocios, los cuales vieron una salida favorable para aumentar su economía tan afectada, se planificó y ejecutó todas las actividades necesarias para el desarrollo del software y cubrir las necesidades del mercado donde los clientes buscan calidad de servicio e información de fácil acceso con el uso de tecnologías que hoy en día son usadas por la gran mayoría de la población. Proyectos como estos permiten crecer económicamente a las pequeñas empresas y que el desarrollo de software basado en el internet acorta las distancias y permite a los usuarios tener una mayor cantidad de opciones al momento de cubrir una necesidad.

Conclusión

Con el desarrollo de un método neutrosófico multicriterios se evaluó la gestión de ventas en microempresas del Cantón La Maná. En base a los autores referenciados y libros se puede concluir que los avances tecnológicos son de gran importancia en las empresas y permite la realización de una tienda virtual que mejoró la comercialización de los productos.

Se logró determinar la situación actual de la tienda "Olivia Store", determinando los elementos fundamentales para la solución informática acorde a las necesidades analizadas mediante las metodologías de investigación utilizadas. Al cumplir con todos los requerimientos primordiales se logró concluir que la gestión de ventas online en la empresa "Olivia Store", mejorará con la utilización del sitio web desarrollado y su evaluación y seguimiento estará soportado por el método neutrosófico desarrollado.

Referencias

[1] H. G. Hernández, D. A. Cardona, and J. L. Del Rio, "Direccionamiento estratégico: Proyección de la innovación tecnológica y gestión administrativa en las pequeñas empresas," *Información tecnológica,* vol. 28, no. 5, pp. 15-22, 2017.

[2] O. Ecommerce, *El gran libro del comercio electrónico*: Bubok, 2017.

[3] G. Brand, *E-Commerce Business Model 2020*, 2020.

[4] J. Bullemore-Campbell, and E. Cristóbal-Fransi, "La dirección comercial en época de pandemia: el impacto del covid-19 en la gestión de ventas," *Información tecnológica,* vol. 32, no. 1, pp. 199-208, 2021.

[5] M. S. Marco, and G. E. Rodriguez, *Crea tu tienda en línea: Tu negocio físico al siguiente nivel*, p.^pp. 33, 2020.

[6] J. C. H. Bartolomé, *Plan de marketing paso a paso: creación de una tienda online del equipo Delfín SC*: 3Ciencias, 2019.

[7] K. Suominen, "El comercio digital en América Latina¿ Qué desafíos enfrentan las empresas y cómo superarlos?," 2019.

[8] L. Cáceres, *Cómo triunfar en el mundo digital* p.^pp. 247 2020.

[9] R. G. Price, *Negocio de comercio electrónico de cero al éxito!*, 2020.

[10] D. Chaffey, D. Edmundson-Bird, and T. Hemphill, *Digital business and e-commerce management*: Pearson UK, 2019.

[11] I. S. Peciña, *El comercio electrónico: Una guía completa para gestionar la venta online*: ESIC Editorial, 2017.

[12] M. B. Ródriguez, *Sincronización y sinergia empresarial*, Colombia: Alfaomega, 2019.

[13] J. Bullemore Campbel, and E. Cristobal Franci, "La dirección comercial en época de pandemia:el impacto del covid-19 en la gestion de ventas," *Scielo*, pp. 3, 2021.

[14] M. Canido, *Todo el mundo debería saber programar: la programación web.* , Bolivia: Independently published, 2019.

[15] S. Nieto, and E. Lorenzo, "Interfaces móviles en Dspace," 2014.

[16] Ó. Sánchez Estella, and R. Herrero Domingo, *Aplicaciones básicas de ofimática 2.ª edición* 2021.

[17] A. L. C. Cabello, *Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet. IFCD0210*: Ic Editorial, 2015.

[18] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[19] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[20] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[21] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[22] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[23] Z.-S. Chen, K.-S. Chin, and K.-L. Tsui, "Constructing the geometric Bonferroni mean from the generalized Bonferroni mean with several extensions to linguistic 2-tuples for decision-making," *Applied Soft Computing,* vol. 78, pp. 595-613, 2019.

[24] J. Giráldez ‐ Cru, M. Chica, O. Cordón, and F. Herrera, "Modeling agent ‐ based consumers decision ‐ making with 2 ‐ tuple fuzzy linguistic perceptions," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 35, no. 2, pp. 283-299, 2020.

[25] S. Schmied, D. Großmann, S. G. Mathias, and S. Banerjee, "Vertical Integration via Dynamic Aggregation of Information in OPC UA." pp. 204-215.

[26] P. T. Schultz, R. A. Sartini, and M. W. Mckee, "Aggregation and use of information relating to a users context for personalized advertisements," Google Patents, 2019.

[27] N. Gospodinov, and E. Maasoumi, "Generalized Aggregation of Misspecified Models: With An Application to Asset Pricing," 2019.

[28] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[29] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[30] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[31] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[32] X. He, "Typhoon disaster assessment based on Dombi hesitant fuzzy information aggregation operators," *Natural Hazards,* vol. 90, no. 3, pp. 1153-1175, 2018.

[33] O. M. Cornelio, I. S. Ching, J. G. Gulín, and L. Rozhnova, "Competency assessment model for a virtual laboratory system at distance using fuzzy cognitive map," *Investigación Operacional,* vol. 38, no. 2, pp. 169-177, 2018.

[34] P. Liu, H. Xu, and Y. Geng, "Normal wiggly hesitant fuzzy linguistic power Hamy mean aggregation operators and their application to multi-attribute decision-making," *Computers & Industrial Engineering,* vol. 140, pp. 106224, 2020.

[35] R. R. Yager, and D. P. Filev, "Induced ordered weighted averaging operators," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics),* vol. 29, no. 2, pp. 141-150, 1999.

[36] T. R. Sampson, C. Challis, N. Jain, A. Moiseyenko, M. S. Ladinsky, G. G. Shastri, T. Thron, B. D. Needham, I. Horvath, and J. W. Debelius, "A gut bacterial amyloid promotes α-synuclein aggregation and motor impairment in mice," *Elife,* vol. 9, pp. e53111, 2020.

[37] L. Jin, R. Mesiar, and R. Yager, "Ordered weighted averaging aggregation on convex poset," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 27, no. 3, pp. 612-617, 2019.

[38] X. Sha, Z. Xu, and C. Yin, "Elliptical distribution ‐ based weight ‐ determining method for ordered weighted averaging operators," *International Journal of Intelligent Systems,* vol. 34, no. 5, pp. 858-877, 2019.

[39] H. Garg, N. Agarwal, and A. Tripathi, "Choquet integral-based information aggregation operators under the interval-valued intuitionistic fuzzy set and its applications to decision-making process," *International Journal for Uncertainty Quantification,* vol. 7, no. 3, 2017.

[40] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[41] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[42] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

[43] R. H. Sampieri, *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*: McGraw Hill México, 2018.

[44] G. Martínez Villalobos, D. Flórez Méndez, and N. Bravo Osorio, "Developing a Web and Mobile System for Crop Management," *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad,* vol. 10, no. 18, 2018.

Recibido: Mayo 24, 2022. **Aceptado:** Junio 12, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19, Unidad Educativa Fiscal Mocache, 2021

Neutrosophical evaluation on the incidence of the family in Virtual Education by COVID 19, Unidad Educativa Fiscal Mocache, 2021

Luis Javier Molina Chalacán [1], Frank Alex Yanchapaxi González [2], and Leonardo José Giler Chango [3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Quevedo, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3755-2717
E-mail: uq.luismolina@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Quevedo, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9478-5985
E-mail: uq.frankayg.tmq@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Quevedo, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5649-6162
E-mail: joselgc.tmq@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para la evaluación sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19, en la Unidad Educativa Fiscal Mocache. El estudio permitió el análisis sobre la implicación que han tenido los padres de familia en la educación de sus hijos/as durante la emergencia generada por el COVID-19, en el año 2021, ya que se estableció una cuarentena donde los padres estuvieron en casa todo el tiempo junto a sus hijos. Con la implementación de métodos, técnicas y herramientas de la investigación científica se realizó una encuesta a padres de familia mediante la aplicación de un formulario en línea. Se logró obtener 122 respuestas, lo cual permitió analizar mediante datos estadísticos la implicación que ha tenido la familia en la educación de sus hijos durante este tiempo de pandemia. Como principales hallazgos se identificó que la mayoría de padres de familia no estaban preparados para acoger la educación de sus hijos/as a tiempo completo en el hogar. No se implicaron desde el inicio en el proceso educativo de sus representados y al momento que se dictaminó la cuarentena fue muy difícil acompañarlos, considerando varios aspectos como: la falta de recursos económicos, tecnológicos, pedagógicos y psicológicos.

Palabras Claves: COVID 19, Virtual, Incidencia, familia, Educación, método neutrosófica.

Abstract. The objective of this research is to develop a neutrosophic method for the evaluation of the incidence of the family in Virtual Education by COVID 19, in the Mocache Fiscal Educational Unit. The study allowed the analysis of the involvement that parents have had in the education of their children during the emergency generated by COVID-19, in the year 2021, since a quarantine was established where the parents were at home all the time with their children. With the implementation of methods, techniques and tools of scientific research, a survey was carried out on parents through the application of an online form. It was possible to obtain 122 responses, which made it possible to analyze through statistical data the involvement that the family has had in the education of their children during this time of pandemic. As main findings, it was identified that the majority of parents were not prepared to receive their children's education full time at home. They were not involved from the beginning in the educational process of their clients and at the time the quarantine was ruled, it was very difficult to accompany them, considering several aspects such as: the lack of economic, technological, pedagogical and psychological resources.

Keywords: C COVID 19, Virtual, Incidence, family, Education, neutrosophic method.

1 Introducción

Según la Unesco, la mitad de los estudiantes a nivel mundial, unos 826 millones, no pueden acceder a la educación pues no tienen acceso a una computadora en el hogar, mientras que el 43% unos 706 millones, no tienen accesos a internet desde casa, en momentos que por la pandemia la educación en línea es una prioridad [1].

La mayoría de familias no se adaptan a este tipo de educación, ya que no se encuentran bien informadas o no cuentan con los recursos tecnológicos necesarios. Por otro lado, varias instituciones educativas no suelen respe-

tar el ritmo de aprendizaje de cada niño, y en cambio, al estudiar en casa se puede trabajar según lo que cada uno necesita, siendo libre y respetando su forma de aprender, así mismo se dedica más a la parte emocional donde varias escuelas han dejado de lado esa área tan importante del niño.

La educación en casa no debe ser un tema extraño porque muchas familias en la antigüedad educaban a sus hijos/as en el hogar, pero se debe tener conciencia que actualmente los padres no pueden acogerse a esa modalidad, ya que trabajan o estudian al mismo tiempo. Los padres de familia eligen enseñar a sus hijos en casa por varias razones, ya sea por religión, personales, costumbres o porque no están de acuerdo con el sistema educativo. La presente investigación ha recopilado información de algunas tesis, artículos y revistas sobre la educación en casa para poder realizar sus respectivos antecedentes.

Por lo que se refiere a la educación en casa, Navas Mariví, en su tesis de grado, titulada "Homeschooling: Educación en casa en Ecuador", publicada en el año 2017, menciona que la educación en casa es un desafió, ya que muchos padres no se atreven a realizarla por miedo o por falta de compromiso [2]. La familia que elige este tipo de educación reconoce que demanda bastante tiempo para educar a sus hijos/as y alcanzar lo deseado.

A nivel mundial se está viviendo la pandemia del COVID-19, que dio origen según la OMS el 31 de diciembre del 2019 en Wuhan, China. Sobre este virus, de origen animal, aún se desconoce la fuente exacta que lo genera. Esta situación de confinamiento provocada por el virus ha causado estragos en todos los sectores, siendo la educación quizás uno de los más golpeados, las autoridades máximas de cada país dictaminaron medidas como el cierre de escuelas para evitar la propagación y que la educación sea a distancia, pero, "La continuidad de los estudios en este tiempo de pandemia y los modos de implementar la práctica educativa es preocupante, ya que la desigualdad socio-económica conlleva limitaciones de acceso a recursos tecnológicos, libros y materiales escolares".

En cuanto a Ecuador, el entonces presidente de la República, Lenin Moreno, declaró emergencia sanitaria en todo el país, con el propósito de evitar la propagación del coronavirus. Uno de los sectores más afectados fue el de la educación, ya que se suspendió toda actividad académica en escuelas, colegios y universidades.

Dada la cuarentena establecida por el presidente y acaldes en conjunto, los padres se vieron obligados a estar en casa todo el día y a acompañar a sus hijos en la educación de una manera más activa e intensa, dándose así un cambio radical, ya que la familia se debía encargar de reforzar los conocimientos que va impartiendo la maestra mediante el teletrabajo.

Centrándonos en el tema que nos atañe, la Educación Virtual, realizar clases mediante el teletrabajo es un gran reto. Los docentes actualmente trabajan más que su jornada laboral de antes, ya que ahora tienen que buscar maneras más creativas para dar clases, especialmente para los más pequeños. Por lo tanto, ahora los docentes han tenido que buscar medios para que los niños puedan aprender de la mejor forma posible, pero muchas veces no se cuenta con el apoyo suficiente de los padres de familia.

La familia es lo más importante de todo ser humano, por lo que un niño o niña con un ambiente lleno de amor y comprensión por parte de sus padres permite que su proceso de aprendizaje sea efectivo. Por este motivo he propuesto el tema de mi investigación, ya que muchas veces la familia no se implica en este proceso de aprendizaje y dejan que solo los docentes se encarguen de la educación de los niños/as. Es necesario que los padres de familia comprendan la importancia de participar en el proceso educativo de sus hijos/as y sobre todo en tiempo de crisis.

Mediante la problemática que se está viviendo en el mundo por el coronavirus y que ha afectado a la educación de los niños, los padres de familia tuvieron a sus hijos en casa a tiempo completo durante toda la etapa más estricta del confinamiento, por lo tanto, además de sus rutinas de teletrabajo, ahora se ven "obligados" a acompañar los procesos educativos de sus hijos. Esta situación ha motivado la realización de la presente investigación dónde se pretende analizar la implicación de los padres en la educación de sus hijos/as durante la emergencia sanitaria por el COVID-19 a partir de una evaluación neutrosófica.

En la escuela particular "Marqués de la Fayette", se ha generado un gran problema por la pandemia del COVID-19, ya que varias familias no cuentan con aparatos tecnológicos, y una adecuada conectividad, lo que le impide recibir clases como lo han estado haciendo presencialmente. Así mismo, existen padres de familia encargados del sustento de su hogar que no tienen tiempo para asumir y monitorear el aprendizaje de sus hijos mediante la educación virtual.

La presente investigación cuenta con un objetivo general y tres específicos, estos objetivos expuestos se pretenden alcanzar con la investigación que se realizará, cuyo temas es, Dedicación de las familias en la educación de sus hijos durante las causas generadas por el COVID-19, año 2020, donde se plantea el Objetivo general: desarrollar un método neutrosófico para la evaluación sobre la incidencia de la familia en la educación virtual por COVID 19, en la Unidad Educativa Fiscal Mocache.

Para alcanzar este objetivo, se necesita cumplir con los Objetivos específicos:

- Describir cuáles son las características de la educación virtual durante la emergencia sanitaria generada por el COVID-19, mediante algunas entrevistas y encuestas, con el fin de saber en qué podemos

ayudar.

- Diagnosticar cómo es el desempeño de la familia en la educación de los niños durante la emergencia sanitaria genera por el COVID-19, por medio de encuestas a padres de familias, para hacerlos conocer qué deben hacer en esta situación.
- Sintetizar en qué medida la emergencia sanitaria generada por el COVID-19 afecta a la educación de los niños/as mediante medios de comunicación, para poder hacer que las personas tomen buenas medidas.

Una de las pandemias más catastróficas del mundo fue la gripe española que se dio en el año 1918 durante la primera guerra mundial, y uno de los países más afectados fue España sin ser los originarios de aquel virus. Según Pulido la gripe española arrasó con la vida de 50 millones de personas en el mundo, afectando a cada uno con problemas respiratorios, ya que morían con hemorragias pulmonares o edema pulmonar. También en esta época utilizaban las mascarillas de tela o gasa, pero estas no eran tan útiles para protegerse [3].

Lamentablemente en estas épocas no había un plan para una pandemia, ya que recién en el 2005 se dio uno por parte de la Organización Mundial de la salud para así incrementar estrategias para poder prevenir y estar preparados para una futura pandemia [4].

El nuevo coronavirus se llama SARS-CoV2, la enfermedad se llama Corona Virus Disease 2019=COVID-19. Es un nuevo tipo de coronavirus que puede afectar a las personas y se ha detectado por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China.

Es de suma importancia saber que a raíz de este virus (COVID-19) se ha generado una crisis mundial, y que la gravedad del virus ha provocado que las máximas autoridades de cada país tomen medidas de precaución, buscando que la población no se contagie ni contribuya a que se propague más el virus. Además, se ha dispuesto del uso de equipamientos especiales para médicos y personal sanitario que está en contacto directo con los infectados. En este sentido, por ejemplo, la OMS recomienda por un lado el uso de mascarilla a todas las personas, mientras que por otro insta a una constante desinfección de las manos, ya sea por medio de lavado con jabón o por desinfectantes a base de alcohol.

Esta pandemia ha generado que se realicen reuniones de parte de las autoridades, para que se llegue a un acuerdo y se acepte que es lo que se va a realizar para que no se siga propagando más el virus. Según la OMS, se llama pandemia a la propagación mundial de una nueva enfermedad, se provoca una pandemia de gripe cuando brota un desconocido virus gripal que se extiende por el mundo y la mayoría de las personas no poseen inmunidad hacia él.

En Ecuador, se decretó la emergencia sanitaria nacional, el miércoles 11 de marzo del 2020. Después del anuncio se estableció: "que haya una cuarentena a nivel nacional, además de horarios específicos de compras de víveres, y de libre circulación peatonal" [5]. En el reporte de Coba se comenta sobre las reglas básicas para realizar compras de víveres y materias primas requeridas para el consumo familiar, estas normas son las siguientes [6]:

- Estar a un metro de distancia con otra persona para evitar contagios en lugares comerciales.
- En los hogares se designa una persona que se encargue de salir para realizar las compras de primera necesidad, así mismo, la persona encargada no debe estar dentro de los grupos de riesgos, es decir, personas embarazadas, niños, tercera edad, etc.
- Evitar pagar en efectivo, es mejor si lo realiza con tarjeta, para así evitar el contacto con los billetes o monedas.
- Uso de mascarilla y gel antibacterial.

Por otro lado, a causa de la cuarentena los establecimientos educativos y demás lugares donde concurre mucha gente han tenido que cerrar por precaución hasta que se pueda regresar a las actividades con la denominada "nueva normalidad". "La solución para muchos colegios y universidades fueron las clases en línea. Pero no ha sido una tarea fácil. Profesores migraron en tiempo récord a la modalidad virtual" [7].

Esto provoca que profesores dicten clases y se imparta materia en forma online, ya sea en video conferencias, PDF y uso de material que sea fácil de conseguir en el hogar, para que los niños sigan aprendiendo y continúen con sus estudios. Por ello, obedecer las reglas del confinamiento indica que todas las personas deben cumplir con un distanciamiento social, respetar horarios de salida, la supresión de determinadas actividades y también continuar con la educación, pero a distancia [8]. Por ende, los niños/as no tendrán la oportunidad de salir y de explorar el mundo, ya que se encuentran limitados dentro de sus hogares.

Por lo tanto, los niños se ven afectados, porque dejan de asistir a clases y se cambia la forma de enseñanza que estaban acostumbrados y guiados a realizar todos los días, además de no tener una persona que les pueda guiar todo el tiempo como su maestra, ya que los padres también cumplen con otras responsabilidades. Así mismo, los niños/as han dejado de ver a sus profesores y amigos esto ha generado una crisis emocional. "El efecto

emocional, físico y psicológico derivado de la pandemia impacta de manera específica en los menores, que se enfrentan también a una situación extraña y desconocida" [9].

La familia es una parte esencial de todo ser humano, es lo primero que conoce un niño al momento de nacer, por lo tanto, a continuación, se expondrán algunas definiciones de varios autores en cuanto al término de familia. La familia es el organismo social más común, además la más importante para el hombre. Ya sea por lazos sociales, legalmente consagrados o por lazos sanguíneos, el corresponder a una entidad de este tipo es significativo en el desarrollo psicológico y social del individuo. Es decir, la familia es el eje principal del ser humano en este caso de los niños/as, ya que pertenecer a un grupo que se preocupa por ellos/as, genera seguridad, los niños reconocen que pueden contar con una persona cercana (ya sean padres, abuelos, tíos, etc.). Esto permite que pueda desarrollarse de la mejor forma, aportando a todo su desarrollo integral. Además, los representantes son los encargados de enseñar y de aclarar las dudas que tenga el niño/a.

Es la responsabilidad de la familia promover la educación y el buen comportamiento ante el medio social. Asimismo, educar a sus miembros bajo los valores morales y sociales, esenciales para el proceso de socialización del niño.

De este modo la familia no solo se encarga de brindar amor y protección, también debe fomentar la educación desde la casa y un correcto desenvolvimiento con sus pares, ya que la familia es el fiel reflejo del comportamiento de un niño. Por esta razón, será la que inculque al niño a ser una buena persona o se verá reflejada en aspectos negativos que afectará claramente al niño, por eso se debe crear el mejor ambiente posible.

La familia es el marco fundamental donde los niños adquieren seguridad, respeto y amor indispensable para la construcción de la identidad y desarrollo de la personalidad [10]. La familia es la que ampara las exigencias primordiales del bebé, también es la que se encarga de que el niño/a este rodeado de amor. Es decir, es donde se va a crear sus primeras bases sólidas, para así, enfrentar al mundo que más adelante conocerá.

Es importante que la familia participe en la educación de sus hijos, escuchándolos de forma activa, observando su comportamiento e identificado lo que desean o quieren compartir. Los padres deben ser motivadores para impulsar a sus hijos/as a ser mejores cada día. Fullan y Stiegelbauer menciona que, cuanto más interesado estén los padres de la educación de sus hijos/as, mejor será el éxito educativo del niño. La familia al acompañar a sus hijos/as en la educación tiene una gran importancia, ya que es un mediador, orientador y motivador para sus hijos [11].

En conclusión, los padres que están atentos de todo lo que sucede en la educación de sus hijos, tienen un gran conocimiento sobre lo que está sucediendo con él, de esta forma si el niño tiene algún problema, el padre verá la mejor forma para orientarlo y ayudarlo. Los padres buscarán soluciones juntos y de este modo el niño sentirá apoyo por parte de su familia. La cercanía del padre es beneficiosa para el desarrollo del niño, pues un padre que se preocupa por las necesidades de su hijo, lo acompaña y lo cría con amor se convierte en un referente fundamental en su vida [12].

La familia es la que se encarga de ayudar al niño a que sobreviva en la sociedad, ya que son los encargados de impartir conocimientos, valores, seguridades, etc. para que de esa forma el niño se desarrolle de forma integral. Se debe entender, que la educación de cada familia es distinta, por lo que se debe ver la mejor forma para que los niños puedan aprender de una manera positiva, ya sea tanto de sus familiares, como de compañeros y de profesores. La familia es lo más importante, ya que es donde pasan la mayor parte del tiempo y donde ellos se desenvuelven de manera natural.

Los padres son los encargados de dar herramientas a sus hijos para facilitar su educación y para que obtengan una mejor formación, son los guías para los niños del futuro, y tienen la responsabilidad de orientarlos de la mejor manera, para así, ayudarlos a enfrentar los obstáculos que vendrán. Los niños a medida que van creciendo encuentran en sus familias la capacidad de resiliencia.

La educación es demasiado importante para dejarla sólo en manos de los maestros. Por lo que los padres deben ser agentes más activos ante el proceso educativo de sus hijos. Comprender que la dinámica educativa nos incluye a todos, es una actividad permanente que integra a los hijos, a los maestros, a los padres y a la comunidad en su conjunto [13].

Cuando se habla de educación lo primero que la familia piensa es en la escuela, colegio o universidad, pero en estos espacios es donde se lleva a cabo una educación formal (conocimientos e información sobre una materia), y así mismo existen otros lugares donde existe educación no formal como el hogar. Por esto, la formación educativa debe nacer desde la familia y los padres deben ofrecer modelos de identidad atractivos que los empujen a sacar lo mejor de uno mismo.

El ambiente familiar donde un niño se desarrolla como persona está expuesto a varios estímulos que provocan un resultado, más que resultado, consecuencias. De esas consecuencias se configuran unas actitudes; el conjunto de esas actitudes conforma un comportamiento, y el conjunto de esos comportamientos o conductas, generan las personalidades.

El desarrollar un ambiente alegre y seguro, revelará en el niño actitudes positivas y de seguridad que a futuro serán indispensables para que pueda formarse según los valores que le fueron impartidos desde pequeño. Un am-

biente familiar donde haya amor creará un vínculo de respeto y de preocupación de lado y lado, tanto como padres e hijos. El rol de las familias no debe ser reemplazar la estructura de la escuela sino proveer un espacio para que niños y niñas se sientan protegidos [14].

La familia debe ser coherente entre lo que dice y lo que hace, ya que de esta manera los niños/as aceptarán los consejos que dan sus padres y los pondrán en práctica, es decir, los padres no pueden pretender que los hijos practiquen cosas que no hacen ellos, ya que cuando los hijos/as crecen en un ambiente donde los padres sin ser perfectos, huyendo de las utopías, sino que han procurado ser coherentes y han educado a los niños en esa línea, esos hijos/as salen fuertes, sólidos y consistentes [15].

Educar en tiempo de crisis es difícil pero no imposible [16]. Para lograr esto se necesita de la familia que es el eje principal del ser humano, ya que es donde el niño se instruye por primera vez, primero la familia tiene que ser un apoyo para sus hijos/as, ya que en este caso los más pequeños son los que sufren porque no reconocen aun lo que está sucediendo a su alrededor. Los padres tienen que ayudar a sus hijos a entender que el mundo está en constante cambio y que siempre habrá problemas en el que les tocará enfrentarse, pero cuando la familia está unida y persevera.

Educar es un proceso socializador y formativo del ser humano, en conocimientos y valores, dirigido a lograr su plenitud; mientras que crisis alude a un quiebre o a una ruptura, a una grave situación de pérdida, que origina un cambio.

Por otro lado, todas las personas atravesamos por períodos de crisis, ya que todo lo que se conoce va cambiando con el tiempo y lo nuevo causa dudas. Para saber educar en estos tiempos lo primero que debemos saber son 3 pautas:

Primero: los tiempos de crisis es una oportunidad donde se puede participar en el comienzo de algo nuevo.
Segundo: las épocas de crisis abren oportunidades para realizar nuevas metas, objetivos o proyectos.
Tercero: la forma de ser, las convicciones y la forma de ver a este tiempo de crisis dependerá de cada uno.

Es importante mencionar que los momentos de crisis no son del todo malos, ya que nos brindan oportunidades de un nuevo comienzo, también nos permite alcanzar metas que se estaban retrasando o que por falta de tiempo no se pudieron realizar, como en este caso se está viviendo el confinamiento por el coronavirus, la familia tiene la oportunidad de sacar lo mejor o peor de este tiempo de crisis.

Es importante que la familia proyecte un plan educativo para los hijos/as, también un objetivo donde permita que los niños/as se desarrollen de forma integral, es decir no solo en lo intelectual, también en lo social, emocional, etc. Es esencial que los padres acompañen a sus hijos/as en las temporadas de crisis, ya que es donde más lo necesitan, la familia es la encargada de transmitir valores para que puedan desenvolverse solos, así mismo, para que en las épocas donde encuentren dificultades lo acojan de una forma positiva que les ayude a crecer, mejorar y a contribuir en algo a la sociedad.

Aprender a escuchar y a mirar, ayuda a que las personas tengan empatía con el entorno que le rodea, educar en tiempo de crisis es un momento donde las familias deben estar más unidas, siendo un apoyo, buscando soluciones, motivando a ser mejores cada día, y reconociendo que es lo que quiere decir el otro sin criticar. Mientras tanto, [17] recomienda que, para educar en tiempos de crisis son necesarias las siguientes normas:

- **Estar juntos:** es importante trabajar juntos, no ser egoístas, y ayudar a los demás, ya que muchas personas no pueden salir delante de las crisis, ya sean personales, colectivas, económicas, etc.
- **Esforzarse**: dar lo mejor de uno mismo, sin esperar algo a cambio.
- **Constancia**: ser perseverante con lo que deseamos alcanzar.
- **Humildad**: reconocer los errores sin culpar a los demás
- **La frustración**: educar a los hijos/as desde pequeños en que no todo se consigue, no hay que sobreprotegerlos.

Es importante que las familias en tiempo de crisis como se está viviendo actualmente la pandemia del COVID-19 estén unidos, acompañando a sus hijos/as, son momentos de nuevos comienzos y oportunidades, ya que depende de cada uno acoger esta época de la mejor manera, así mismo, los padres deben educar a sus hijos de forma integral, es decir, en lo intelectual, físico y en lo que suele afectar más en estos tiempos, en lo emocional. Momentos de crisis como este son el espacio para actuar con rigurosidad, solidaridad y empatía. Las familias y las escuelas necesitan contención e información, no más presión.

En el mundo siempre habrá calamidades, ya sean catástrofes, divorcios, incluso problemas económicos dentro del hogar, por lo que algunos padres no tienen idea de cómo conversar con sus hijos/as sobre estos asuntos que surgen en la realidad de cada uno. Es importante que la familia tenga conocimiento sobre cómo hablar con sus hijos sobre estos temas, para así, ayudar a los niños a entender lo que está sucediendo a su alrededor y poder sobrellevarlo de la mejor manera en conjunto. Lo fundamental para cuidar a los hijos/as la salud mental, emocio-

nal y física es la familia [18].

Para poder ayudar a los niños los padres de familia deben encontrarse bien emocionalmente, ya que son los encargados de transmitir seguridad y protección, también se debe recordar que, los niños son muy sensibles, absorben las tensiones del ambiente y tratan de entender, de acuerdo a su edad, lo que está pasando [19].

De este modo los padres deben ser cuidadosos al momento de conversar y expresar a sus hijos/as lo que está sucediendo a su alrededor. Para dialogar sobre temas tan delicados es relevante dos elementos:

- Un punto clave es la edad del niño, ya que de esta forma los padres de familia se pueden orientar de cómo deben comunicarse con sus hijos/as.
- La familia al momento de platicar con los niños/as deben hablar con argumentos que sean reales, es decir, todo lo que se converse con los hijos/as debe ser verdad, se debe ser honesto.

De igual forma, la UNICEF, ha mencionado varias recomendaciones para los padres de familia que no tienen conocimiento de cómo hablar con sus hijos/as, indica que es importante que los padres den la iniciativa a estos temas, además que se utilice un lenguaje adecuado según corresponde a su edad y buscar estrategias al momento de acercarse, ya que no todos entienden de la misma forma la situación que se está viviendo. Por otro lado, los padres deben mantenerse tranquilos, ya que los niños perciben la reacción que tienen ante una situación de crisis y, por último, es fundamental que al finalizar la conversación los niños/as no queden angustiados, recordándolos que se puede conversar sobre el tema en cualquier momento [20].

Es importante que los padres de familia estén más atentos con sus hijos/as, ya que pueden estar atravesando por una época muy dolorosa y necesitar apoyo. La familia debe brindar confianza y seguridad para dialogar con los niños/as sobres estos temas. Quedarse callado ante estos cambios constituiría una traba en la comunicación entre hijos y padres. Estos últimos tienen la responsabilidad de guiar a sus hijos. Los padres al momento de conversar con sus hijos/as podrían ayudar a mantener la calma antes estas situaciones de crisis que se viven actualmente.

Según Madalen, educar en casa es cuando los padres se encargan de la educación de sus hijos/as proveyendo de conocimientos para su aprendizaje, es decir, la familia acoge la responsabilidad de educar a sus hijos/as de forma integral, por lo que su función es asumir el deber de ayudar al niño/as a desarrollarse físicamente, intelectualmente, emocional y social [21].

Por otro lado, Torres et. al., indica que es un modo de aprendizaje donde no es dirigido por maestros, ni por un currículo de educación, es decir, que totalmente se excluye a una formación educativa en instituciones, ya que los padres son los encargados de ser sus guías y facilitadores de recursos para que puedan alcanzar sus objetivos y desarrollarse naturalmente conforme van experimentando en su alrededor.

La educación virtual en el hogar consiste en asumir varias responsabilidades, demanda mucho tiempo para acompañar a los hijos/as, también se debe tener creatividad para realizar actividades que no comprendan e incluso estar dispuesto a aprender nuevamente junto con el niño/a.

Los niños/as que son educados en casa poseen las siguientes características:

- Son autónomos, es decir, que todo lo realizan solos, son más curiosos y buscan investigar la razón de cada cosa.
- Son los autores de su educación, ellos buscan indagar por su propia cuenta y no esperan que alguien les imponga que hacer o que investigar, los niños tienen la iniciativa.
- Son analíticos, ya que razonan el porqué de las cosas, examinan todo, son criticadores de todo lo que observan y si un tema despierta su interés lo investigan.
- Son responsables, los padres también establecen normas que los hijos/as deben cumplir, ya que los niños/as cumplen con varias responsabilidades dentro de casa.
- La educación en el hogar le permite al niño seguir su propio ritmo de aprendizaje, son más libres.
- No depende de estar en una escuela para tener contacto con más personas, ya que los niños que estudian en casa no pasan solo aislados, ellos también aprenden a relacionarse con personas de diferentes edades, conocen el mundo tal como es, además, les permite obtener más confianza y tener un conocimiento sobre lo que pasa a su alrededor.
- Disfrutan estar con la familia, tienen un lazo más fuerte con su hogar, ya que comparten bastante tiempo con sus padres.

En la educación en casa, de la misma forma como aprenden los niños/as también aprenden los padres, es decir, es un aprendizaje mutuo, ya que los padres mientras guían a sus hijos/as ellos también van enriqueciéndose de conocimientos, los niños/as tienen muchas dudas y preguntas y esto genera una curiosidad por parte de la familia para investigar sobre aquellos temas que los menores tanto preguntan.

"Los padres debemos ser facilitadores, en vez de maestros. Cuando exponemos a nuestros hijos a diferentes

experiencias cada día, el aprendizaje tomará lugar de una manera amena y natural [22]. La educación en casa favorece que los hijos/as se eduquen en un entorno más libre sin presiones, ya que permite que ellos mismos estimulen su curiosidad e imaginación.

Como lo expresa Guevara, el papel del docente es contribuir y orientar al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los docentes tienen como función en ser motivadores para que los niños/as sean autores de su propio aprendizaje, brindándoles espacios para que promuevan su creatividad sin recortar su imaginación. Es decir, los docentes ayudan a los niños/as guiándolos para que obtengan su propio conocimiento logrando que exploten todo su potencial [23].

Actualmente para los docentes se ha vuelto un trabajo muy difícil, ya que por el confinamiento generado por el COVID-19 se ha tenido que realizar teletrabajo y esto ha obligado a que se tenga una relación más activa con los padres, contando que algunas veces no cuentan con el apoyo por parte de ellos y esto hace que se vuelva más difícil el trabajo del docente, ya que los padres están siendo los encargados de reforzar los conocimientos que la maestra va a ir impartiendo mediante el teletrabajo. Los niños necesitan que familia y escuela trabajen de forma conjunta, para ofrecerles una mejor educación.

Por lo tanto, el rol del docente tiene una gran influencia en sus estudiantes y sobre todo en el periodo infantil del niño, ya que los niños/as están dando sus primeros pasos en esta etapa de enseñanza-aprendizaje, y los maestros deben entregar lo mejor para que el infante también lo pueda hacer y tomar como referencia a sus docentes junto con sus padres.

Por otra parte, los niños/as también aportan todos los días conocimientos con sus preguntas, ocurrencias, sus ganas de explorar, etc., es un aprendizaje reciproco. Lo importante es crear un ambiente positivo donde el maestro esté dispuesto a ser flexible a todos los cambios necesarios que necesite cada estudiante, respetando y brindando amor a las diferencias de cada niño/a.

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se obtendrá datos estadísticos sobre las opiniones de padres de familia mediante preguntas concretas de un problema en específico, los mismos que serán analizados y permitirán realizar un diagnóstico sobre la investigación.

Una investigación cualitativa necesita de procesos estructurados, ya que a través de estos se podrá afirmar o negar una teoría según los resultados que se obtengan, es decir, que se podrá realizar un análisis objetivo en base a las estadísticas que se obtendrán mediante la aplicación de una encuesta

2 Evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID

Para la evaluación sobre la incidencia de la familia en la educación virtual por COVID 19, se utilizó un método que basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre. Está soportado a partir de técnicas multicriterio, donde se modelan los indicadores para determinar la incidencia de la familia en la educación virtual por COVID 19. El método utiliza para la inferencia la Ponderación Lineal Neutrosófica. Está diseñado mediante una estructura de tres actividades que en su conjunto determinan el análisis de la incidencia[24-27].

Actividad 1: Identificación los criterios de incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID

Representa el conjunto de criterios que se evalúan para determinar incidencia de la familia en la educación virtual por COVID 19. El conjunto de criterios representan un parámetro de entrada del método propuesto, se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como[24-27]:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, n ≥ 2, representan los criterios evaluativos.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios de incidencia

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a las habilidades [28, 29]. Representa un parámetro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, son los expertos que determinan los vectores de pesos asociados a los criterios de incidencia

Actividad 3: Evaluación de los criterios sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19

La actividad representa el procesamiento del método de inferencia para determinar la incidencia de la familia en la educación virtual por COVID 19. El procesamiento de los datos se realiza mediante la ponderación lineal neutrosófica,[30], [31] que constituye un método multicriterio [26, 27, 32]. La ponderación lineal neutrosófica

representa una alternativa a los métodos multicriterios clásicos [33], [34]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 1.

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{1}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y *n* criterios [35, 36]. Para cada criterio *j* el decisor estima cada alternativa *i*. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio [37, 38]. Se asigna un peso $W_j(j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j.

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [39],[40],[41], [42]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [43], [44], [34]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [45], [46], [47]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia *p* se tiene [48-50]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 3.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)} \, r_{ij(T,I,F)} \tag{3}$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_{j.}$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

r_{ij}: representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio *j* que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

3 Implementación del método para la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la familia en Educación Virtual por COVID 19

A continuación se realiza una descripción de la corrida por etapa del método neutrosófico multicriterio para para la evaluación sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19.

Actividad 1: Identificación los criterios de incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID

Para la presente investigación se consultaron 5 expertos a partir de los cuales se identificaron los criterios evaluativos. La tabla 1 muestra los criterios resultantes.

Tabla 1: Criterios evaluativos para identificar la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19

No	Criterios evaluativos
C_1	Nivel cultural de los padres para asumir la dirección de la educación virtual de sus hijos.
C_2	Condiciones tecnológicas necesarias para sumir la formación de forma virtual.
C_3	Posibilidad de garantizar la conectividad necesaria para asumir la formación virtual.
C_4	Organización de un horario para las actividades virtuales

Actividad 2: Determinación de los pesos de los criterios

La actividad emplea un enfoque multiexperto para la determinación de los vectores de pesos asociados a los

indicadores para evaluar la incidencia de la familia en la Educación Virtual. La actividad representa la base para el procesamiento de las inferencias. La tabla 2 muestra el resultado de los vectores de pesos atribuidos a los criterios[51, 52].

Tabla 2: Pesos asociados a los criterios para evaluar la incidencia de la familia en Educación Virtual por COVID 19.

Criterios evaluativos	Pesos neutrosófico asociados
C_1	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	(0.70,0.25,0.30)
C_3	(0.8,0,15,0.20)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)

Actividad 3: Evaluación de los criterios sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual

Para obtener los resultados a partir de los métodos propuestos se hace uso de la Neutrosofía y en particular de la escala lingüística, S, vkj∈S, donde; S={s1,…,sg}, es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características ck utilizando los números Neutrosóficos de Valor Único (SVN), para el análisis de los términos lingüísticos resultantes. La escala de términos lingüísticos a utilizar se muestra en la Tabla 3[49, 53, 54].

Tabla 3. Escala de términos lingüísticos.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Basado en los resultados obtenidos, se utiliza la neutrosofía para la evaluación de los criterios sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19. El análisis se realiza a partir de la escala de términos lingüísticos y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Determinación de las preferencias sobre los criterios de incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19

Criterios evaluativos	Etiqueta Lingüística	Valor Neutrosófico
C_1	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
C_3	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)

A partir de la Ponderación Lineal Neutrosófica propuesta para el método, se realiza el cálculo para la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19. La tabla 5 nuestra los datos y el resultado del procesamiento a partir del cálculo de la ecuación 3.

Tabla 5: Resultados del procesamiento.

Criterios evaluativos	Valor neutrosófico de preferencia	Vector de peso neutrosófico	Cálculo
C_1	(0.8,0,15,0.20)	(0.50,0.50,0.50)	(0.20,0.25,0.25)
C_2	(0.8,0,15,0.20)	(0.70,0.25,0.30)	(0.75,0.25,0.30)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.85,0.25,0.25)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.50,0.50,0.50)	(0.23, 0.1, 0.1)
Inferencia			(0.50,0.15,0.15)

A partir de la inferencia obtenida se concluye que la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la familia en la Educación Virtual por COVID 19 para el caso de estudio propuesto se encuentra valorada como medianamente buena.

4 Materiales y métodos

Para la realización de esta investigación se tuvieron en cuenta los siguientes métodos:

Método Deductivo, sirvió para analizar mediante la información que tenemos sobre la dedicación de los padres a sus hijos en la educación durante la cuarentena y también las características sobre la educación.

Método Inductivo, sirvió de mucha ayuda para obtener mucha información la educación virtual, también nos ayudó en la búsqueda de las familias en estos tiempos e información sobre el COVID-19.

Método Analítico, sirvió para analizar un acontecimiento concreto, con el fin de poder juzgar y criticar dicho acontecimiento investigado sin cambiarlo. Además, es necesaria para recopilar una gran cantidad de información relacionada a la temática, para así volver a reconstruir una investigación con datos nuevos y significativos.

Método histórico, ayudó a investigar sobre la primera pandemia en el mundo, el cual fue la gripe española la cual se dio en el año 1918.

Las Técnicas e Instrumentos, como la Observación ayudó a poder observar el tipo de condiciones en la que estaba el mundo en la primera pandemia, también nos aportó una buena parte en lo que es sobre los temas como las familias en estos meses, el efecto del COVID 19 y por último sobre la educación virtual.

La Encuesta es muy importante para conocer la opinión de las personas y conocer su pensamiento a través de estas encuestas nos ayudará a tener una idea más clara. También es importante porque las personas nos dan una posible solución bajo su perspectiva, y esta se realizó en Google Forms:

Preguntas de la encuesta:

- ¿Qué tan difícil ha sido para usted, la educación en la pandemia de sus hijos?
- ¿Confía en que su hijo tendrá el progreso académico adecuado a través de la educación a distancia?
- ¿Con qué frecuencia ayuda a su hijo con sus tareas escolares?
- ¿Qué opinas en general sobre la educación virtual?
- ¿Qué tanto afectado la pandemia con la manera virtual de estudio?
- ¿Crees que ya es tiempo para volver a retomar clases presenciales?
- ¿Qué tan fuerte estuvo la pandemia por tu sector?
- ¿Deberían nuestros hijos regresar a clases con medidas de prevención o no?
- ¿En tu familia, cuántos casos de COVID hubo?
- ¿Todas las personas que habitan tu casa se pusieron todas las dosis?

La entrevista nos ayuda a conocer de cerca la opinión al entrevistar a alguien con conocimiento más profundo sobre el tema y que tenga que ver con el sector administrativo o por decir alguien de suma importancia.

- ¿Hay una prueba para el COVID-19?
- ¿Existe un riesgo para la propagación de COVID-19 en los productos alimenticios producidos en los Estados Unidos o de otros países afectados por el COVID-19?
- ¿Hasta cuándo el gobierno seguirá con el mismo reglamento de las clases virtuales?
- ¿Cómo se contempla la vuelta a la escuela durante la pandemia de la COVID-19?

La Población que participaron en la encuesta fueron padres de familia del Unidad Educativa Fiscal Mocache,

estudiantes de bachillerato, un total de 455 padres de familia.

La Muestra:
Margen: 10%
Nivel de confianza: 99%
Población: 455
Tamaño de muestra: 122

5. Resultados y discusión

Los resultados que se dieron debidos a la encuesta, fueron que la mayoría de personas está totalmente afectadas por la educación virtual de sus hijos, debido a que no están enseñadas al manejo de los aparatos electrónicos. Estos resultados coinciden con la evaluación obtenida en la implementación del método neutrosófico sobre la incidencia de la familia en la educación virtual por COVID 19, en la Unidad Educativa Fiscal Mocache.

Así como la mayoría de personas está afectada, hay cierta cantidad de personas que está satisfecha por hacer posible el estudio de sus hijos de forma virtual, también porque para aquellos pasar más tiempo con sus hijos es muy importante y ayudarlos con las tareas es un gusto para algunos.

En algunas familias creen que es algo indeciso el retorno a clases, la mayoría de padres están preocupados porque alguno de sus hijos llegue a enfermarse, aun no deciden si es preferible volver a clases presenciales o no. Y la otra mitad de las encuestas realizadas sobre esa pregunta dicen que no por el miedo a poder contagiarse.

En la pregunta 10 podemos darnos cuenta de que la mayoría de las familias están del todo protegidas debido a que no se ponen la dosis completa, entonces eso sería algo aún más arriesgado para poder realizarse el retorno a clases presenciales. Es una de las posibilidades de contagio entre familias y amigos.

En la pregunta 4, nos fijamos que la mayoría de las personas no tiene una perspectiva buena sobre las clases virtuales al no poder manejar aun bien los aparatos electrónicos y también por la dificultad de estudio en sus hijos.

En la pregunta 2, podemos observar que los padres de familia no están de acuerdo con las clases presenciales por el progreso del hijo, debido a las dificultades que tienen con esta nueva forma de estudio y algunos padres si esperan poder acostumbrarse al estudio virtual y que su hijo pueda progresar de la misma manera que cuando estaba en presenciales.

La importancia que ha adquirido la educación online en el 2020 a es un hecho sin precedentes que marcará un antes y un después en las prácticas pedagógicas y en los sistemas educativos actuales a nivel global. Asimismo, se ha puesto en evidencia las desigualdades sociales, culturales y económicas de más de 180 países que han sido víctimas de la pandemia por COVID-19.

La necesidad y urgencia que trajo consigo la crisis sanitaria actual, hizo que los gobiernos cerraran las puertas de las instituciones educativas como una medida para mitigar los efectos de la pandemia, afectando así al 94% de los estudiantes a nivel mundial.

El reto de los sistemas educativos en los últimos meses ha sido mantener la vitalidad de la educación y promover el desarrollo de aprendizajes significativos. Esto ha representado un desafío sin precedentes, ya que la mayoría de los profesores tuvieron que generar sus propios aprendizajes para trabajar en entornos virtuales y, a la vez, fueron los responsables de enseñar a sus estudiantes a manejarse en ese espacio.

La educación virtual ha sido definida como la educación a distancia a través del ciberespacio, posible mediante la conexión y uso de internet, que no necesita de un tiempo y espacio específicos, que permite establecer un nuevo escenario de comunicación entre docentes y estudiantes.

Así mismo como resultados se muestra que los padres no cuentan con los recursos digitales y de conectividad suficiente, situación que se convierte en un agravante para apoyar a los hijos en el proceso escolar por estos medios. Otro aspecto preponderante del estudio deja ver la poca percepción y satisfacción positiva que tienen los padres de familia hacia una educación a través de la modalidad virtual, según la cual ellos consideran que es no de buena calidad y que el aprendizaje de los estudiantes no es satisfactorio.

Por último, con respecto a las estrategias para el aprendizaje en casa, requiere que las actividades pedagógicas propuestas por los docentes sean significativas y que las guías cumplan de un buen diseño.

Conclusión

A partir del desarrollar del método neutrosófica fue posible la evaluación sobre la incidencia de la familia en Educación Virtual por COVID 19, Unidad Educativa Fiscal Mocache. La investigación ha analizado las características de la educación virtual, están son las siguientes: el tiempo, paciencia, disposición, creatividad, ya que los niños requieren de bastante tiempo y paciencia para poder aprender sobre el uso de la tecnología y los padres deben estar dispuestos a acompañarlos durante este proceso siendo creativos, sobre todo con los más pequeños para que no se aburran durante las clases virtuales.

De igual manera a través de la encuesta se ha analizado cual es el rol de la familia en la educación de los hijos, en este sentido podemos afirmar que la familia es lo más importante para el ser humano y se debe recordar

que también es la primera escuela donde los niños dan sus primeros pasos para formarse de valores, principios, etc., por tal razón es esencial que los padres de familia acompañen a sus hijos/as desde el inicio de su proceso educativo, para que así puedan guiar y brindar apoyo en los momentos más difíciles buscando soluciones a posibles problemas que se pueden presentar en la educación y en toda su vida.

La tecnología es un medio que ha ayudado a que la educación no se quede estancada durante esta pandemia, pero así mismo tiene sus contras, ya que nos encontramos en un país de tercer mundo y las posibilidades que todas las familias tengan aparatos tecnológicos es nula, por lo que muchos estudiantes de bajos recursos han sido afectados por este nuevo sistema de educación.

Se ha concluido que un ordenador brinda muchas facilidades, pero con este nuevo sistema de educación a distancia también ha sido afectada la parte emocional de los niños/as, una computadora jamás va a reemplazar la parte afectiva.

Los padres de familia y las instituciones educativas a lo largo de los años han estado trabajando de forma separada, esto se lo pudo evidenciar gracias a la crisis sanitaria, y con ello se concluye que es de suma importancia que la familia participe de la educación de sus hijos/as brindando apoyo a los docentes para mejorar la educación de sus hijos ayudándolos a desarrollarse integralmente.

Referencias

[1] UNESCO. "Surgen alarmantes brechas digitales en el aprendizaje a distancia," https://www.unesco.org/es/articles/surgen-alarmantes-brechas-digitales-en-el-aprendizaje-distancia.

[2] M. G. Navas Yerovi, "Homeschooling: educación en casa en Ecuador," Quito: Universidad de las Américas, 2017, 2017.

[3] S. Pulido. "La Gripe Española: la pandemia de 1918 que no comenzó en España," https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj6kLiRmvv4AhXvGVkFHd88Dk8QFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fgacetamedica.com%2Finvestigacion%2Fla-gripe-espanola-la-pandemia-de-1918-que-no-comenzo-en-espana-fy1357456%2F&usg=AOvVaw0Wvvx6YpeV9ojraoRPjMwN.

[4] E. M. Analuisa Lozano, "Análisis de la implicación de las familias en la educación de sus hijos/as durante la Emergencia Sanitaria generada por el Covid-19," PUCE-Quito, 2020.

[5] I. G. C. Galarza, C. S. C. Chimbo, G. M. G. Villamar, and P. E. G. Chancay, "Emergencia sanitaria del covid-19 y su efecto en las relaciones comerciales internacionales del Ecuador," *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional,* vol. 5, no. 10, pp. 75-88, 2020.

[6] G. Coba. "Normas básicas para hacer compras durante la emergencia," https://www.primicias.ec/noticias/economia/recomendaciones-compras-emergencia-sanitaria-coronavirus/.

[7] A. G. Quiñonez Cedeño, and F. K. Tamayo Pineda, "Estrategias docentes condicionadas por las restricciones por Covid 19 implementadas en el período escolar 2020-2021 en las escuelas públicas del Distrito de Educación 1 Circuito 3," 2021.

[8] F. Bruna, M. Masso, and I. Neira Gómez, "¿ Importa la cultura durante una pandemia? Una aproximación a la crisis española de la COVID-19," *Revista Española de Sociología,* vol. 29, no. 3, pp. 747-758, 2020.

[9] I. M. Sánchez Boris, "Impacto psicológico de la COVID-19 en niños y adolescentes," *Medisan,* vol. 25, no. 1, pp. 123-141, 2021.

[10] A. Martínez, and A. M. B. Martínez, "La educación alimentaria y nutricional desde una dimensión sociocultural como contribución a la seguridad alimentaria y nutricional," *Contribuciones a las ciencias sociales,* vol. 13, 2011.

[11] M. Fullan, *Las fuerzas del cambio*: Ediciones AKAL, 2002.

[12] Á. G. Castillo, *Familia y educación familiar: conceptos clave, situación actual y valores*: Narcea Ediciones, 2008.

[13] C. Bona, *La nueva educación: los retos y desafíos de un maestro de hoy*: Plaza & Janés, 2015.

[14] F. J. Hurtado Talavera, "La educación en tiempos de pandemia: los desafíos de la escuela del siglo XXI," *Revista arbitrada del centro de investigación y estudios gerenciales,* vol. 44, pp. 176-187, 2020.

[15] R. Mínguez Vallejos, *Ética de la vida familiar y transmisión de valores morales*: Ministerio de Educación, 2014.

[16] D. Najmanovich, "Educar en tiempos agitados: Crisis, Cambio y Complejidad," *Revista IRICE*, no. 24, pp. 13-25, 2012.

[17] G. M. Molina, S. P. i Gregòri, and D. G. Martín, "Perspectivas sobre educación en valores en tiempos de crisis," *Barataria. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, no. 15, pp. 151-160, 2013.

[18] J. Caballero Peralta, S. Orihuela Fernández, R. M. Uribe Obando, and C. Bromley Coloma, "Guía técnica para el cuidado de la salud mental de la población afectada, familias y comunidad, en el contexto del COVID-19," 2020.

[19] N. Milicic, *Educando a los hijos con inteligencia emocional*: Aguilar, 2013.

[20] UNICEF, "Cómo hablarle a tu hijo sobre la COVID-19," 2020.

[21] M. Goiria, "La opción de educar en casa," *Revista Investigación en la Escuela*, no. 44, pp. 19-32, 2001.

[22] W. Nicholson, *Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones: principios básicos y ampliaciones*: Editorial Paraninfo, 2005.

[23] E. B. S. Guevara, "El trabajo independiente en el proceso de enseñanza-aprendizaje," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 7, no. 2, pp. 122-131, 2015.

[24] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[25] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[26] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[27] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[28] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[29] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[30] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.

[31] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.

[32] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[33] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.

[34] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[35] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[36] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[37] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[38] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[39] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[40] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[41] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vasquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 204, 2020.

[42] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[43] R. G. Ortega, M. Rodríguez, M. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 16, 2019.

[44] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.

[45] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[46] J. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2015.

[47] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[48] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[49] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[50] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[51] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[52] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

[53] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[54] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

Recibido: Mayo 24, 2022. **Aceptado:** Junio 13, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Método multicriterio neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el Código Orgánico Administrativo

Neutrosophical multicriteria method for the evaluation of the doctrinal legal analysis of administrative silence in the Organic Administrative Code

Iván Fernando Andrade Arrieta[1] Eugenio Javier Escobar Gonzales[2], and Luis Ramiro Ayala Ayala[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8231-5249
E-mail: ur.ivanandrade@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-1607-339X
E-mail: ur.eugenioescobar@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5137-7153
E-mail: ur.luisayala@uniandes.edu.ec

Resumen. Dentro de la legislación ecuatoriana especialmente en materia de Derecho Administrativo se reconoce la figura del Silencio Administrativo el cual es considerado como una herramienta legal que permite sancionar la inactividad de la administración pública ante la obligación que tiene esta de resolver y notificar las peticiones de los administrados. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el Código Orgánico Administrativo (COA). En virtud de lo expuesto es propicio realizar una reflexión acerca del valor jurídico que encierra este instrumento denominado Silencio Administrativo al constituir un medio a través del cual se salvaguarda el derecho de petición consagrado en la Constitución de la República del Ecuador. Por tanto dentro del presente artículo científico se pretende elaborar un método multicriterio neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el COA. Así para la consecución de dicho objetivo se desarrollará una investigación de carácter documental y jurídico que permita la revisión de distintas fuentes documentales, doctrinales y jurídicas referidas al tema objeto de estudio, tomando como métodos de investigación el método jurídico doctrinario, método lógico y método interpretativo. Los resultados de la investigación fueron obtenidos a partir del análisis documental que pondrá en comparativa la forma en la cual se reconoce a la figura del silencio administrativo, el cual permite analizar cómo se desarrolla el silencio administrativo de acuerdo al COA. Finalmente con este estudio se concluyó que el Silencio Administrativo constituye una poderosa e importante herramienta dentro del Derecho Administrativo primordialmente en razón de que esta herramienta permite garantizar los derechos de los administrados ante las peticiones que propongan a la administración pública.

Palabras Claves: Silencio Administrativo, Administración Pública, COA, Inactividad, Falta de Respuesta, método neutrosófico.

Abstract. Within the Ecuadorian legislation, especially in matters of Administrative Law, the figure of Administrative Silence is recognized, which is considered a legal tool that allows sanctioning the inactivity of the public administration due to its obligation to resolve and notify requests for managed ones. The objective of this research is to develop a multicriteria neutrosophic method for the evaluation of the doctrinal legal analysis of administrative silence in the Organic Administrative Code (COA). By virtue of the foregoing, it is conducive to reflect on the legal value of this instrument called Administrative Silence, as it constitutes a means through which the right to petition enshrined in the Constitution of the Republic of Ecuador is safeguarded. Therefore, within this scientific article, it is intended to develop a multi-criteria neutrosophic method for the evaluation of the doctrinal legal analysis of administrative silence in the COA. Thus, in order to achieve this objective, an investigation of a documentary and legal nature will be developed that allows the review of different documentary, doctrinal and legal sources related to the subject under study, taking as research methods the doctrinal legal method, the logical method and the interpretive method. . The results of the investigation were obtained from the documentary analysis that will compare the way in which the figure of administrative silence is recognized, which allows analyzing how administrative silence develops according to the COA. Finally, with this study it was concluded that the Administrative Silence constitutes a powerful and important tool within the Administrative Law primarily because this tool allows guaranteeing the rights of the administered before the petitions that they propose to the public administration.
Keywords: Administrative Silence, Public Administration, COA, Inactivity, Lack of Response, neutrosophic method.

1 Introducción

El Silencio Administrativo se encuentra contemplado dentro de la Sección Segunda del Código Orgánico Administrativo (COA) Art. 207 el cual manifiesta que "Los reclamos, solicitudes o pedidos dirigidos a las administraciones públicas deberán ser resueltos en el término de treinta días, vencido el cual, sin que se haya notificado la decisión que lo resuelva, se entenderá que es positiva.".[1]. Para que se produzca el silencio administrativo, el acto administrativo presunto que surja de la petición, no debe incurrir en ninguna de las causales de nulidad prescritas por este Código.

Este recurso denominado Silencio Administrativo cuenta con su respectiva clasificación obteniendo así un silencio administrativo de carácter positivo y otro de carácter negativo. Al silencio administrativo positivo se lo define como aquel que produce efectos positivos, es decir en aceptación de la petición, a través de un acto administrativo presunto. Por el contrario, el silencio administrativo negativo o denegación tácita como también es conocido es la excepción a la regla general del silencio administrativo positivo. Al respecto, el COA señala que para que estos surtan los efectos esperados, el acto administrativo presunto no debe incurrir en ninguna de las causales de nulidad previstas en dicho Código. Por cuanto, de estar inmerso en alguna de dichas causales, al intentar su ejecución, le corresponde al juez declarar la inejecutabilidad del acto administrativo y ordenar el archivo.

En virtud de la importancia que tiene esta herramienta legal se ha considerado pertinente dentro de la presente investigación realizar un análisis jurídico doctrinario con el objetivo de poner en conocimiento como se desarrolla el silencio administrativo dentro del Código Orgánico Administrativo, mismo que ha atraído consigo considerables cambios al respecto de este recurso. Por tanto en primera instancia se partirá abordando de forma general lo que es por si solo el Silencio Administrativo, cuál es su naturaleza jurídica y como se lo define dentro de la doctrina, cuál es su clasificación y los efectos jurídicos que producen. En segundo lugar se referirá en lo relativo a como el Código Orgánico Administrativo contempla al Silencio Administrativo, cuales son los requisitos del mismo, su procedencia y finalmente se abordará a breves rasgos cuál es su procedimiento. Posteriormente se desarrollará el análisis documental que pondrá en comparativa la forma en la cual se reconoce la figura del silencio administrativo como parte de los resultados y discusión de los mismos. Para la cual se tomaran referencias de los autores que se consideren pertinentes, a más de los tratados internacionales ratificados y la normativa ecuatoriana existente y que se ella en vigor.

2 Preliminares

El silencio administrativo hace referencia, en términos generales, a la figura jurídica bajo la cual se tipifica la inactividad de los funcionarios públicos, al momento de iniciarse un acto administrativo, el cual debe ser dado respuesta en un determinado tiempo, y esta herramienta jurídica permite establecer el tiempo dentro del cual los funcionarios públicos deben dar respuesta a las peticiones realizadas por los administrados o interesados. Al mismo tiempo, esta figura jurídica salvaguarda el derecho de petición consagrado en la Constitución.

Por su parte para el autor García, E & Fernández, T en su obra Manual Básico de Derecho Administrativo publicada en el año 2015, definen al silencio administrativo como:

> "Una técnica en virtud del cual al simple hecho jurídico que surge cuando vence el plazo máximo para resolver y notificar un procedimiento sin que la Administración cumpla su deber legal, La Ley asigna un significado en orden a la cuestión de fondo, esto es la concesión o denegación de lo solicitado o pretendido por los interesados."[2].

Del mismo modo, el autor Dromi, R en su obra titulada Derecho Administrativo define al silencio administrativo como "la inactividad o pasividad de la administración, que no expide en tiempo y forma sobre las peticiones formuladas, por lo que por vía legal y presuntiva se equipara la omisión a la resolución tacita denegatoria" [3]. Además, el mismo autor manifiesta que "el silencio administrativo opera como una modalidad irregular de conclusión procesal administrativa, por ello es que la normativa prevé ciertos medios de protección jurídica frente a la tardanza, mora, retardo o inactividad de la administración" [3].

Otra definición importante es la expuesta por el autor [4] quien en su libro signado como El Silencio Administrativo, arma contra la negligencia, comparte lo siguiente

> "Se denomina silencio administrativo a la falta de pronunciamiento de la administración dentro del plazo establecido para ello, presumiéndose en consecuencia del ente administrativo una voluntad sea positiva o negativa conforme lo establezca la legislación para cada caso. En este sentido, la versión negativa del silencio administrativo implica una denegatoria fáctica que habilita al administrado el acceso a la instancia superior vía recurso impugnativo".

La naturaleza jurídica de este instrumento legal va a radicar en los efectos que este produzcan ya sean nega-

tivos o positivos, por ello al analizar la naturaleza jurídica del silencio administrativo es pertinente recordar que

> "Produce distintas consecuencias. Así, si consideramos al silencio administrativo como un acto, resultan predicables las características o elementos de los actos expresos como el de ser definitivos, consentidos, etc. Asimismo se aplicarían a ellos los plazos para impugnarlos ante la misma administración o ante el contencioso administrativo, cuando nada se dijese al respecto. Por el contrario, si afirmamos que el silencio administrativo es un hecho, la aplicación de los plazos perentorios no alcanzarían a los casos en que medie inactividad formal de la administración" [5].

Una vez definido lo que es por sí mismo el silencio administrativo, es procedente tratar respecto al silencio administrativo como institución jurídica, para lo cual es preciso destacar que este se origina al momento que por parte de la administración pública no se atienden de forma eficaz los pedidos de la población, naciendo así el silencio administrativo con el fin de proteger al usuario de una inadecuada atención de parte de la administración central.

Al respecto el autor [6] comparte que "el silencio administrativo nace de la ineficaz atención de parte de la administración, a pesar haber sido realizado el requerimiento de acuerdo a todas las solemnidades, pero que los funcionarios no brindan los requerimientos solicitados." Sin embargo el mismo autor también comparte que "la figura del silencio administrativo no implica que al administrado se le brinda la razón, más bien lo que se le brinda es la oportunidad de cumplir con los requisitos para demostrar que la administración no actuó con celeridad."

El silencio administrativo es una herramienta para facilitar trámites y vencer la inoperancia, aunque tiene algunas limitaciones que deben ser consideradas. Primero, es necesario que exista una base de derecho para el pedido; segundo, el pedido debe estar dirigido a instituciones u organismos competentes y; tercero, la vía escogida debe estar prevista en la ley.

Por tanto el silencio administrativo tiene su fundamento en la protección del derecho de petición, considerando que el administrado posee la capacidad de presentar ante la administración pública sus peticiones y esta tiene la obligación de emitir una respuesta motivada en el plazo legal señalado en la ley correspondiente, por lo que el incumplimiento de esta obligación genera injusticia y un malestar para el ciudadano. Según Penagos[7] el fundamento del silencio administrativo consiste en "evitar la arbitrariedad de los funcionarios y la injusticia que origina la abstención de la administración al no resolver", y a su vez, "salvaguardar los derechos e intereses de los administrados".

En definitiva la institución jurídica del silencio administrativo de acuerdo con la doctrina previamente descrita en párrafos anteriores permite a los administrados o particulares interesados saber y garantizar que sus pedidos, pretensiones o solicitudes serán atendidos, por lo tanto, constituye una forma de actuar del derecho de petición reconocido en la Constitución de la República, cobrando importancia al hacer que la administración central tenga un adecuado funcionamiento dentro del desarrollo de la atención a las peticiones formuladas por los administrados o particulares interesados, y así mismo, abre la posibilidad de activar la sede judicial para reclamar la atención a estas pretensiones formuladas garantizando un respuesta.

2.2 Clasificación del silencio administrativo

La figura del silencio administrativo se origina en nuestra legislación de manera tardía en la comparación con distintos países, El surgimiento de la vigencia de la ley de modernización del Estado, esto es promulgada en el gobierno de Sixto Durán, por la cual se da importancia y ampliación preferencial derecho básico conocido como "derecho de petición y atención inmediata de los poderes públicos" El cual se encarga de regir desde épocas y memoriales y también con forma parte de la declaración de derechos humanos contemplada por la ONU la OEA y en casi todas las constituciones políticas de diferentes repúblicas democráticas tales como Ecuador, inclusive en su artículo 66 numeral 23 en la Constitución de la República del Ecuador (CRE) la cual es llamada también como constitución garantiza derechos promulgada en el año 2008.

Hay que tener en cuenta que existe una discusión dialéctica entre si el silencio administrativo favorece al administrado o a la administración pública además se tiene el criterio de qué los efectos de la misma pueden ser favorables o en contra de las pretensiones del administrado o de la administración pública por ende existen dos doctrinas jurídicas que son fundamentales en el mundo que alimentan y sirven de fuente para dichas teorías jurídicas:

1. Silencio administrativo positivo: este nace cuando se considera que ha sido aceptada la petición es decir que se encuentra favorable al administrado.
2. Silencio administrativo negativo: este en cambio nace cuando ocurre la consideración negada de la petición es decir que es favorable para la administración pública.

Silencio administrativo positivo

El silencio administrativo se entiende que produce la caducidad de la competencia de la administración, la misma implica la pérdida de la competencia gracias al transcurso del tiempo y por ende la imposibilidad de qué la administración pueda revisar su propio acto.

El silencio administrativo, O también llamado silencio de la administración, ha sido defendido como una figura de manifestación tácita de la voluntad de la administración pública. Dromi afirmaba que "la voluntad de la administración siempre es tácita cuando el silencio administrativo, por expresa previsión del ordenamiento jurídico es considerada como acto administrativo". [8]

Dicha manifestación tácita de voluntad de la administración cuándo es concebida en un sentido positivo, supone que es lo solicitado a la administración y siendo esta concedida. En este caso se la llamaría silencio administrativo positivo. "mediante el silencio administrativo positivo surge un efecto práctico a la garantía o derecho de petición y oportuna respuesta, la cual se le encuentra consagrada en nuestra Constitución de la República del Ecuador (CRE) por lo tanto el efecto del silencio administrativo no tendría una presunción de hecho que admite prueba en contrario, sino más bien una presunción de derecho el cual origina un accionar procesal autónomo".[9]

2.3 Silencio administrativo negativo

Para hablar del silencio administrativo hay que entender que este constituye un privilegio del administrado ante la administración, para salvaguardarlo ante la eventualidad de mora de esta en la resolución de su petición. Esta trata de una simple ficción de defectos los cuales son estrictamente procesales, limitados, además de abrir la vía de los recursos en sustitución de un acto expreso, también en beneficio del particular únicamente así el acceso tanto de la vía judicial una vez que se cumplen los plazos, Éste quedaría abierto indefinidamente en tanto de la administración no dicta una resolución expresa.

En el caso de que exista el silencio administrativo negativo la jurisprudencia entiende como denegada la petición, pues tanto la realidad como ficción procesal permite acceder a las siguientes instancias administrativas o a su vez al proceso contencioso administrativo.

En si su propia naturaleza la del silencio administrativo negativo podríamos definir la que es establecer el administrado luego de haber impugnado un acto administrado, y transcurrido el tiempo para resolverlo este podrá acoger el silencio administrativo o simplemente esperar un pronunciamiento expreso de la administración entendiéndose que por la opción de qué la última alternativa genera la caducidad en el ejercicio del derecho de acción.

Pues para concluir el silencio administrativo negativo o llamado también desestimatorio es simplemente no pronunciarse dentro del tiempo determinado acerca de alguna solicitud por lo cual la ley daría efecto desestimatorio a la petición. Si la administración no resuelve una petición del administrado, el silencio equivaldría por mandato de ley a una denegación o negativa.

En nuestra legislación no se encuentra normativa alguna sobre el silencio administrativo negativo pues es tomada como referencia la ley de silencio administrativo de la legislación chilena dicha ley nos dice que el administrativo negativo implica las siguientes normas:

1. El que opera por decisión propia de un particular. Es un derecho que surge a favor de un particular, O espera que la administración proclame o elige impugnar la falta de actividad administrativa ante una instancia administrativa superior o el poder judicial. El cual conlleva a un proceso contencioso administrativo que no opera automáticamente.
2. Es una ficción de resultados procesales el cual no genera un acto administrativo. Este tendrá por resultado el habilitar al administrado la interposición de algunos recursos administrativos y tomar acciones judiciales pertinentes.
3. Inclusive cuando opere el silencio administrativo negativo la administración mantendrá la obligación de resolverlo bajo dicha responsabilidad hasta que se le notifique que el asunto se ha consolidado al conocimiento de una autoridad jurisdiccional o el administrado lograra el uso de los recursos administrativos respectivos.
4. El silencio administrativo negativo no es capaz de iniciar el cómputo de plazos ni términos para su impugnación.

2.4 Efectos jurídicos del silencio administrativo

Al hablar de efectos jurídicos se hace referencia a aquella consecuencia de un acto, o a su vez un hecho jurídico que tiene afecto para el derecho, por lo tanto esto lo ampara ante la ley. El silencio administrativo es aquella figura legal que permite proveer trámites y obtener mejores resultado contra la ineficacia dentro la actuación ineficaz de la administración central.

Al respecto los efectos jurídicos del silencio administrativo tienen como propósito fundamental el impedir que la administración abuse de su condición de ventaja frente l administrado o particular. Esta figura jurídica busca evitar que bajo cualquier forma de inactividad administrativa, se pretenda aludir el control jurisdiccional, y que las peticiones de los administrados o recurrentes, queden indefinidamente sin solución o respuesta alguna, a causa de la arbitrariedad de la administración pública representada por sus funcionarios.[6].

Dentro de este silencio administrativo se manifiesta que existen dos efectos jurídicos que son: negativo y el positivo. Cuando se habla del efecto jurídico negativo se hace referencia a que es un acto menospreciado, es decir que debe venir establecido dentro de una norma con categoría de Ley o norma. Por tanto, este se da por el transcurso del tiempo y a falta de una manifestación expresa de la administración respecto de una petición, así se presume que se produce un acto presunto que niega la solicitud del interesado.[10]. La finalidad de este efecto es de hacerse cumplir los principios de economía procesal, celeridad y eficacia es por ello que este efecto esta creado para proteger dentro de la resolución de la petición formulada.

Para que se realice los efectos jurídicos del silencio administrativo, dicha petición deberá estar dirigido a la autoridad competente, además esta petición no verá afectado de una u otra manera por la nulidad que se encuentran estipulados en el Código Orgánico Administrativo en su art.105. Sin embargo cabe recalcar que en el artículo 104 del mismo código que nos manifiesta que el acto administrativo mientras no se declare nula esta será válido, ya que es el deber de la Administración Pública.

Por el contrario, dentro del efecto jurídico positivo, se manifiesta que de acuerdo a varios ordenamientos jurídicos una expresión de la voluntad administrativa. Así para [10]

> "Se constituye en una sanción muy grave para la administración, pues genera un acto que reemplaza su voluntad expresa, por una favorable a la petición del interesado. No obstante, a pesar de que el acto aparentemente favorable tiene un afecto igual al de una manifestación expresa de la administración no se puede adquirir ni más ni menos que en una manifestación expresa de la administración pública." (Pág. 651)

Por lo tanto se dice que este efecto del silencio administrativo, es catalogado como un procedimiento de manifestación o a su vez una forma de exponer la voluntad de la Administración Pública, siempre y cuando haya sido tomada de forma favorable. Al respecto, el artículo científico [11] manifiesta que el autor Dromi "afirma que la voluntad de la Administración es tácita cuando el silencio administrativo, por expresa previsión del ordenamiento jurídico, es considerado como acto administrativo".

Sin embargo es preciso destacar que en todos los casos vencido el respectivo término se entenderá por el silencio administrativo, que la solicitud o pedido ha sido aprobada o que la reclamación ha sido resuelta en favor del reclamante. Para este efecto, el funcionario competente de la institución del Estado tendrá la obligación de entregar, a pedido del interesado, bajo pena de destitución, una certificación que indique el vencimiento del termino antes mencionado, que servirá como instrumento público para demostrar que el reclamo, solicitud o pedido ha sido resuelto favorablemente por silencio administrativo, a fin de permitir al titular el ejercicio de los derechos que correspondan.

3 Método

Dentro de la presente investigación se desarrollará una investigación de tipo jurídica documental que permita la revisión de distintas fuentes documentales, doctrinales y jurídicas referidas al tema objeto de estudio, tomando como métodos de investigación el método jurídico doctrinario, este permitirá conocer todo aquello que la doctrina reconoce como silencio administrativo; método lógico, permitirá organizar la información de forma razonada y secuencial, permitiendo comprender como se desarrolla y ejecuta el silencio administrativo dentro de la legislación ecuatoriana; y método interpretativo, este nos permitirá interpretar los distintos instrumentos legales objeto de análisis dentro de la investigación[12-15].

4 Método multicriterio neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el COA

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos [16]. Con respecto al concepto toma de decisiones, Schein, plantea [17]: es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización [18-22].

Un proceso de toma de decisiones donde varían los objetos o decisiones, es considerado como un problema de toma de decisiones multicriterio [23-25]. La evaluación multicriterio constituye una optimización con varias funciones objetivo simultaneas y un agente decisor. La ecuación 1 formaliza el problema planteado.

$$Max = F(x), x \in X \tag{1}$$

Donde:
x: es un vector $[x_1,, x_n]$ de las variables de decisión.
X: es la denominada región factible. Representa el dominio de valores posible que puede tomar la variable.
F(x): es un vector $[F_1x,, F_nx]$ de las P funciones objetivos que recogen los criterios.
Max: representa la función a maximizar, esta no es restrictiva.
Específicamente los problemas multicriterio discretos constan básicamente de dos tipos de datos que constituyen el punto de partida para diferentes Problemas de Toma de Decisiones Multicriterio Discreto (DMD).

El método propuesto en la presente investigación está diseñado para soportar el proceso método Neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el Código Orgánico Administrativo (COA). Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio multiexperto, donde se modela el cumplimiento de los indicadores del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo. Utiliza en su inferencia el método multicriterio Ponderación Lineal Neutrosófica.

El método está diseñado mediante una estructura de tres etapas que en su conjunto determinan la evaluación de indicadores.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos
Representa el conjunto de criterios para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el COA. Constituye un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots c_n\}$, n ≥ 2, criterios para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el COA.

Etapa 2: Determinación de los pesos
Para la determinación de los pesos asociados a las competencias se utiliza un enfoque multiexperto de modo que:
$E = \{e_1, \dots e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, representa los expertos que intervienen en el proceso.

Etapa 3: Evaluación neutrosófica de los indicadores para el análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo

La etapa de evaluación representa el procesamiento del método para emitir el resultado de la inferencia propuesta. Se procesan los datos empleando el método de la ponderación lineal mediante (ecuación 4). Como resultado se evalúa el análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo en el COA.
Para la resolución de problemas de toma de decisiones, diversos han sido los métodos multicriterios propuestos [26, 27]. Cuando se desea emitir una ponderación para una determinada alternativa, los métodos de ordenamiento y agregación representan una forma viable para su aplicación ,[28], [29]. Dentro de los métodos multicriterio clásicos se encuentra la ponderación lineal. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 2 , [30].

$$R_i = \sum_j W_j \, r_{ij} \tag{2}$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [31-33]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio. Se asigna un peso $W_j (j = 1, n)$ también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_jError! Bookmark not defined..
En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [34],[35]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [36], [37, 38]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [39], [40]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [14, 15, 22]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{3}$$

Donde:
T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,
I: representa la falsedad,
F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 4.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)}\, r_{ij(T,I,F)} \tag{4}$$

Donde:
$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).
$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio $_{j.}$ asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).
$r_{ij:}$ representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

5 Implementación del método multicriterio neutrosófico para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo

Para la implementación del método propuesto se realizó un estudio de caso donde se analizó el comportamiento de los indicadores en un caso de estudio. Se describen a continuación las etapas del método.

Etapa 1: Identificación de los criterios evaluativos.
Para el análisis y funcionamiento del método propuesto se utilizaron 5 criterios que hacen referencia a dimensiones para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo, tal como se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Criterios para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo

No	Criterios
1	Vencimiento de plazo máximo para resolver y notificar un procedimiento sin que la Administración cumpla su deber legal
2	Inactividad o pasividad de la administración, que no expide en tiempo y forma sobre las peticiones formuladas
3	Falta de pronunciamiento de la administración dentro del plazo establecido
4	Presunción del silencio administrativo negativo
5	Presunción del silencio administrativo positivo

Etapa 2: Determinación de los pesos
Para la etapa de determinación de los pesos atribuidos a los criterios para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo, se realizó la consulta a 5 expertos que expresaron sus valoraciones sobre los criterios utilizados para la evaluación del silencio administrativo. Se obtuvieron las tablas valorativas las cuales fueron agregadas en una tabla resultante. La tabla 2 muestra el resultado de la valoración de los criterios una vez realizado el proceso de agregación[19-21].

Tabla 2: Peso atribuido a los criterios a partir de la consulta a expertos.

Criterios	Valoración del criterio $W_{(T,I,F)}$
C_1	[1,0.15,0.10]

Criterios	Valoración del criterio $W_{(T,I,F)}$
C_2	[1,0.15,0.10]
C_3	[0.75,0.25,0.25]
C_4	[0.90,0.15,0.25]
C_5	[0.80,0.25,0.25]

Etapa 3: evaluación neutrosófica sobre el análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas objeto de análisis para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo, se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de cada competencia. La Tabla 3 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 3: Procesamiento del sistema de toma de decisiones.

Competencias	Pesos $W_{(T,I,F)}$	Preferencias	$R_{i(T,I,F)}$
C_1	[1,0.15,0.10]	[0.50,0.10,0.15]	[0.50,0.10,0.15]
C_2	[1,0.15,0.10]	[0.75,0.10,0.15]	[0.75,0.25,0.25]
C_3	[0.75,0.25,0.25]	[1,0.10,0.15]	[0.75,0.25,0.25]
C_4	[0.90,0.15,0.25]	[0.50,0.10,0.15]	[0.7,0.25,0.25]
C_5	[0.80,0.25,0.25]	[0.75,0.10,0.15]	[0.77,0.25,0.25]
Índice			[0.69,0.25,0.25]

Para el caso de análisis se evidencia un índice de 0.69 lo que representa un bajo índice para la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo.

6 Análisis comparativo

Como parte de los resultados de la presente investigación se ha realizado una tabla comparativa respecto de la forma en cómo se encontraba regulado el silencio administrativo en la Ley de Modernización del Estado promulgada en al año 1993, actualmente derogada; y El Código Orgánico Administrativo vigente desde el año 2018 en la legislación ecuatoriana. Se ha considerado desarrollar la presente comparativa con la finalidad de evidencias los cambios que ha tenido la institución jurídica del Silencio Administrativo y clarificar como se desenvuelve en la actualidad, al tener de la legislación vigente todo aquello relacionado con el Silencio Administrativo.

Tabla 4. Tabla comparativa respecto de la forma en cómo se encontraba regulado

Código Orgánico Admnistrativo 2017 (Vigente)	Ley de Modernización del Estado 1993 (Derogado)
Establece que no procede el silencio administrativo entre las instituciones públicas puesto que estas no ejercen derecho de petición.	Contempla la posibilidad de acudir al silencio administrativo no solo por el derecho de petición sino también por procedimientos de oficio.
Proclama el silencio administrativo positivo en su art. 207.	Elimina el silencio administrativo negativo.
El término para responder cualquier solicitud o petición deberá ser no mayor a 30 días, contados a partir de la fecha de presentación.	El término para responder a cualquier solicitud o petición debía ser no mayor a quince días, contados a partir de la fecha de presentación
La falta de contestación produce un acto administrativo presunto que para efecto jurídicos constituye un título de ejecución.	Vencido el término fijado se entenderá por el silencio administrativo, que la petición ha sido aprobada o en caso de reclamación que esta ha sido resuelta a favor del reclamante.

Código Orgánico Admnistrativo 2017 (Vigente)	Ley de Modernización del Estado 1993 (Derogado)
Impone la necesidad de presentar una declaración bajo juramento para validar que se agotó el plazo sin recibir respuesta.	Impone la obligatoriedad de la notificación al administrado y al aplicarse el silencio administrativo el funcionario debía entregar una certificación que hiciera constar el vencimiento del término.
Se lo tramita en vía de ejecución.	Se lo tramitaba en vía sumaria
El COA establece que el acto administrativo presunto surte efectos desde el día siguiente al vencimiento del término.	El acto administrativo presunto no producía efectos automáticas o mecánicos.
No se requiere acudir ante la autoridad judicial para que se ejecute lo obtenido por medio del silencio administrativo. Salvo los casos que requieran autorización expresa.	Se necesitaba acudir ante la autoridad judicial para que sea este quien ejecute lo obtenido por medio del silencio administrativo.

Por medio de esta tabla comparativa es posible dilucidar los cambios y evolución que ha tenido la figura del silencio administrativo dentro de la legislación ecuatoriana, cambios y evolución respecto de la cual se estará analizando a profundidad dentro de la discusión de este artículo científico para aportar a la comunidad académica.

7 Discusión del análisis

Al respecto de los resultados previamente ejemplificados es posible discutir acerca de los cambios que ha sufrido la figura del silencio administrativo dentro de la legislación ecuatoriana en los últimos años, para ello lógicamente ha resultado importante proceder a estudiar las normativas que han estado vigentes y se encuentran derogadas y las que actualmente rigen la figura del silencio administrativo en el Ecuador. Para cumplir con lo antes expuesto, se debe comenzar por el estudio de la Ley de Modernización del Estado, publicada en el Registro Oficial N. º 349, del 31 de diciembre de 1993, que quedó sin efectos a partir de la aplicación del Código Orgánico Administrativo publicada en el registro oficial N.° 31 del 7 de julio del 2017.

Como uno de los aspectos más importantes a destacar dentro de la comparativa entre estos cuerpos legales es el hecho de que el la Ley de Modernización del Estado se elimina el silencio administrativo negativo existente en la legislación ecuatoriana hasta ese momento, además lo concentra dentro de un solo cuerpo legal definiendo así tiempos y procedimientos propios. Dicha disposición legal establece dentro de sus objetivos primordiales regular las normas y principios generales que permitieran la eficiencia y racionalización en el área administrativa, la desconcentración, descentralización y simplificación, entre otros aspectos. Esta normativa reconoce que el silencio administrativo deriva a gran escala del derecho de petición, así en su art. 28 define como petición aquellas solicitudes, reclamos y cualquier tipo de peticiones que se le realice a una autoridad pública, estas deben ser resueltas en un término no mayor a quince días, contados a partir de la fecha de presentación, excepto que una norma legal expresamente señale otro diferente[41, 42].

De igual forma estipula que ningún órgano administrativo podrá suspender trámite alguno, ni se negará la emisión de la decisión correspondiente sobre las peticiones o reclamaciones realizadas por los administrados. Además vencido el término fijado se entenderá por el silencio administrativo, que la petición ha sido aprobada o en caso de reclamación que esta ha sido resuelta a favor del reclamante. A los efectos antes descritos el funcionario competente posee la obligación de hacer entrega, a solicitud del interesado, bajo pena de destitución, de una certificación que haga constar el vencimiento del plazo establecido, dicho documento se perfeccionará como instrumento público para acreditar que la petición o reclamación ha sido resuelto de manera favorable por silencio administrativo, lo que permitirá al titular ejercitar sus derechos correspondientes.

El reconocimiento del derecho de petición y del silencio administrativo positivo en esta Ley, representó una transformación en el orden administrativo en general. A pesar de las limitaciones que pueda haber tenido la Ley de Modernización del Estado, esta constituyó un paso de avance en materia de derecho administrativo, especialmente en el ámbito del Derecho Administrativo puesto que la misma trató de darle un giro a la relación desigual que existía entre administración- administrado, predominando los intereses y la defensa de los derechos del administrado, así como introduce la figura del silencio administrativo positivo con las ventajas que ya se han analizado en la investigación. Sin embargo con la implementación del Código Orgánico Administrativo aparecerían nuevos cambios y reformas a esta normativa, dentro de los cuales encontramos especialmente los siguientes descritos a continuación.

Con la promulgación del COA se plantea a la inactividad de la administración pública con efecto positivo, por lo tanto es ya una norma de carácter orgánico la que promulga que frente a la carencia de manifestación expresa de voluntad administrativa, ante la petición formulada, se entiende como aceptada la solicitud planteada por el interesado. Así, el COA prescribe en su art.207 que “Los reclamos, solicitudes o pedidos dirigidos a la administración pública deberán ser resueltos en un término de treinta días, vencido el cual, sin que se haya notificado la decisión que lo resuelva, se entenderá por aceptado.”

De esta manera, el COA reconoce que el Silencio Administrativo es un derecho autónomo, y que por lo tanto en si accionar procesal tiene carácter de título de ejecución cuya exigibilidad no se limita a la judicial, sino también puede ser exigido en sede administrativa. Además se establecen tres criterios de validez para que pueda proceder el silencio administrativo:

1) Que haya sido propuesto ante autoridad competente.
2) Que no adoleciera de vicios ni incurra en las causales de nulidad establecidas en el mismo COA.
3) Que no exceda los límites que establece la ley.

Conclusión

A partir del desarrollo del método neutrosófico fue posible la evaluación del análisis jurídico doctrinario del silencio administrativo. Sin embargo, es posible manifestar que el silencio administrativo es una institución jurídica de suma importancia en lo que se refiere a procesos administrativos, ya que esta sirve para obtener resultados mejores contra la ineficacia dentro de un acto administrativo, además de permitir conocer nuestros derechos y saber los tiempos de los trámites que solicitamos nosotros cómo administrados o el sector público como administrador deben cumplir los plazos predeterminados y con lo mismo entender cuando procede y cuando no procede acto del silencio administrativo.

Otra deducción importante la existencia de la clasificación del silencio administrativo, existiendo así dos clases o tipos de silencios: silencio administrativo positivo y silencio administrativo negativo. Al respecto del primero se lo entiende como aquel que nace cuando se considera que ha sido aceptada la petición es decir que se encuentra favorable al administrado. Por su parte el segundo en cambio nace cuando ocurre la consideración negada de la petición es decir que es favorable para la administración pública.

El silencio administrativo tiene dos efectos jurídicos muy importantes que son: el negativo y el positivo. Al hablar del efecto jurídico negativo nos referimos que es un acto menospreciado, ya que debe constatar dentro de una norma con categoría de ley. Dentro de este efecto se hace referencia como aquel rebote o negación de aquella persona que realiza la solicitud. El efecto jurídico positivo se entiende como aquel resultado de un procedimiento de manifestación o de exponer la voluntad de la Administración Pública, siempre y cuando haya sido tomada de forma favorable.

Siendo esto que procede los actos administrativos presuntos, la ejecución del acto administrativo presunto, gracias a lo señalado en el COA en su art. 210 y además en el art. 105 del mismo, por lo tanto, de no cumplirse lo estipulado en los tiempos marcados procederá un silencio administrativo el cual gracias a la investigación previa entendemos que es cuando el administrador por falta de respuesta a nuestra solicitud o petición se entenderá como aprobada.

El silencio administrativo no procederá cuando el resultado del procedimiento es un acto normativo, al igual cuando existen actos irregulares, ilícitos e ilegales teniendo en consideración que son nulos de pleno derecho, además que tampoco son susceptibles pedidos de pagos de sueldos y las causas legales tampoco son susceptibles al silencio administrativo. Además en los recursos administrativos tampoco aplicarán procedimientos pues estos tienen sus propios procedimientos legales y la contratación pública no es sujeta al silencio administrativo.

Referencias

[1] *Código Orgánico Administrativo*, Quito Ediciones Legales 2018.
[2] E. García, and T. Fernández, *Manual Básico de Derecho Administrativo*, 2015
[3] R. Dromi, *Derecho Administrativo*, Buenos Aires: Hispana Libros 2009.
[4] Arboleda, *El silencio administrativo, arma contra la negligencia.* , Quito: Coorporación de estudios y publicaciones 2009.
[5] J. Santamaría, *Principios del derecho administrativo II*, Madrid: Ramon Areces S.A, 2000.
[6] G. I. Pesantez, *El sielcnio adminsitratvico, analisis de acceso al derecho de petición* Loja: Repositorio Universidad de Loja 2018.
[7] J. C. Penagos, and R. Aluni, "Creatividad, una aproximación," *Revista Psicología*, pp. 1-8, 2000.
[8] N. Arboleda, "Procedencia del Silencio Administrativo," *Revista Juridica en linea Derecho Ecuador* Julio 15, 2010.
[9] J. R. Dromi, *Derecho Administrativo. Tomo 1* Ed. Asterea 1992.
[10] S. Gamboa, *Compendio de Derecho Administrativo*, Bogotá, 2017.
[11] E. Cevallos, H. Quiñonez, and C. Castillo, "Eumed.net," 2018.
[12] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[13] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[14] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[15] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[16] S. Herbert, "The new science of management decision," *New York*, 1960.

[17] E. B. F. Fincowsky, "Toma de decisiones empresariales," *Contabilidad y Negocios* vol. Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896, 2011.

[18] E. SCHEIN, "Process consultation," 1988.

[19] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.

[20] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[21] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[22] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[23] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[24] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[25] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[26] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[27] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[28] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería,* vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.

[29] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.

[30] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.

[31] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[32] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[33] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[34] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.

[35] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[36] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy*: Infinite Study, 2018.

[37] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[38] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[39] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[40] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[41] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[42] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*: Infinite Study, 2019.

Recibido: Mayo 25, 2022. **Aceptado:** Junio 14, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador

Neutrosophical evaluation of alternative means of conflict resolution in Ecuador

Luis Fernando Piñas Piñas [1], Francisco Freire Sánchez[2], and Fernando Andrés Montalvo Ramos[3]

[1] Docente Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0213-5350.
E-mail: ur.luispinias@uniandes.edu.ec
[2] Docente Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3791-8125.
E-mail: ur.nelsonfreire@uniandes.edu.ec
[3] Docente Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9126-3257.
E-mail: ur.fernandomontalvo@uniandes.edu.ec

Resumen. El tema materia de estudio trata acerca de los medios alternativos de solución de conflictos en diversas áreas del derecho en Ecuador, los mismos que no se cumplen como está previsto en la Constitución de la República del Ecuador debido a que la normativa en donde se asienta este mecanismo de solución de conflictos se encuentra incompleto, confuso y desactualizado. La presenta investigación implementa un método para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador. La gran mayoría de usuarios acudan a resolver sus problemas ante la justicia ordinaria y no prefieran este medio alternativo para la solución de controversias, que se caracteriza por el principio de voluntariedad que consiste en la libre elección del mecanismo, y la ausencia de la defensa técnica en mediación se ha convertido también en una falacia al pensar que la naturaleza de los abogados son conflictivos y por aquello se los saca de los medios alternativos de solución de conflictos; y quedan sin explicación estas influencias normativas.

Palabras Claves: solución de conflictos, mediación, arbitraje, derechos, mecanismos.

Abstract. The subject matter of study deals with the alternative means of conflict resolution in various areas of law in Ecuador, the same ones that are not fulfilled as provided in the Constitution of the Republic of Ecuador because the regulations where this is based The conflict resolution mechanism is incomplete, confusing and outdated, which means that the vast majority of users go to solve their problems before the ordinary courts and do not prefer this alternative means of conflict resolution, which is characterized by the principle of voluntariness that consists in the free choice of the mechanism, and the absence of technical defense in mediation has also become a fallacy when thinking that the nature of lawyers is conflictive and for that reason they are removed from the alternative means of conflict resolution ; and these normative influences remain unexplained.

Keywords: conflict resolution, mediation, arbitration, rights, mechanisms.

1 Introducción

Los estudios revisados acerca del tema propuesto claramente evidencian que en Ecuador existe un conflicto acerca de la aplicación de los medios alternativos de solución de conflictos, olvidándose que la Constitución permite romper las reglas convencionales, y da la posibilidad de aplicar este sistema, que deberán acogerse de acuerdo a las necesidades de quienes desean someterse a esta forma alternativa para llegar a los acuerdos mínimos.

Los medios alternativos de solución de conflictos aplicados en la mediación esta constitucionalizada por lo que se propende que este sistema venga a dar respuesta a la génesis de su nacimiento, que radica en descongestionar las oficinas en donde a través de la justicia ordinaria se resuelven los conflictos jurídicos las mismas que están saturadas, la llamada justicia tradicional u ordinaria es la que pone fin a través de una sentencia en los juzgados.

La solución de un conflicto sometido a esta jurisdicción voluntaria a través de la mediación se podría poner fin en tiempos impensables y con resultados óptimos para las partes que están en un conflicto, estos métodos re-

ciben la calificación de Mecanismos Alternativos de Solución de Conflictos, esta figura esta de a poco ganado espacio protagonismo y se va consolidado, para dar respuesta a los usuarios de la justicia moderna y no la tradicional.

La mediación se lo podría definir como aquel proceso de solución de conflictos en la cual pueden estar involucrados dos o más partes y un tercero neutral, llamado mediador, el mismo que está encargado de mantener una posición neutral y no favorecer a ninguna de los actuantes, únicamente su función radica en la de asistencial para las partes, lo único que tiene como fin el mediador es que se llegue a un acuerdo del cual salgan satisfechos todos.

La Mediación, es un método de resolución alternativo de conflictos en el que un tercero llamado el mediador ayuda a las personas o grupos indicados en el conflicto a lograr soluciones satisfactorias para todos.

El tratadista Baus también intenta definir a la mediación, que tiene como papel dirigir el proceso, manteniéndose neutral respecto del resultado y también existe imparcialidad entre las partes, por esta razón no ofrece su opinión ni da consejos en ningún sentido, respeta el protagonismo de los interesados en la consecución de acuerdos y en su cumplimiento. Por esta razón la Mediación produce mayor satisfacción que otros métodos de resolución de conflictos. La Mediación es útil cuando los interesados tienen definido un conflicto y aceptan que no lo pueden resolver ellos mismos. Si bien está claro que es un excelente instrumento para resolver conflictos que conviene tener presente que la Mediación no es una panacea [1].

Para hablar de la mediación se requiere indicar que esta figura apareció en el mundo en los años treinta, allá en los Estados Unidos de América, ligado íntimamente al ámbito laboral en la época de la gran depresión, cuando presidente de este gran país era Franklin Delano Roosvelt, el cual presentó algunas resoluciones para el desarrollo del país, estas resoluciones en su gran mayoría fueron declaradas inconstitucionales por la Corte Suprema, entre las que no se les considero inconstitucionales sin duda fue la de mediación en materia laboral, la que en ese tiempo se lo considero como Realismo Jurídico Americano.

En Ecuador la norma constitucional en la disposición del artículos 190, 191.3 y siguientes de la constitución de la República del Ecuador, se lo reconoce a la mediación y arbitraje, la mediación y otros procedimientos alternativos para la solución de conflictos, esta tiene la finalidad de dar respuesta en función del tiempo de y de los recursos económicos, a quienes se someten a este procedimiento voluntario con el afán de recibir una solución amistosa que surta los mismos efectos que la justicia ordinaria.

Acerca de los medios alternativos de solución de conflictos, es necesario indicar que los casos que son sometidos a esta jurisdicción voluntaria bajo ninguna circunstancia violentara los derechos establecidos en los catálogos de los derechos humanos, razón por la cual se hace necesario abundar en datos referenciales para que los ciudadanos acudan y escojan este procedimiento en el caso de que pudieran existir dudas acerca de la eficacia particularmente a la hora de la protección de los derechos. Teniendo en cuenta la importancia del tema objeto de estudio, se define como objetivo de esta investigación realizar una evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador.

2 Método para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador

La presente sección describe el funcionamiento del método neutrosófico multicriterio para para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador. El método basa su funcionamiento a partir de la lógica neutrosófica para representar la incertidumbre mediante la utilización de operadores para la agregación de información [2].

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo en la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador. Emplea un enfoque multicriterio multiexperto donde, a partir de indicadores evaluativos, se define la base sobre la cual se realiza la inferencia. Posee una etapa de procesamiento que realiza el análisis matemático de la solución y por último se generan las evaluaciones sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador como parámetro de salida del método.

El método para la evaluación neutrosófica está formado por cuatro actividades básicas (definición de los indicadores evaluativos, determinación de los pesos asociados a los indicadores, agregación de las informaciones y generación de las evaluaciones) [3-5]:

Actividad 1 definición de los indicadores evaluativos

La actividad de determinación de los indicadores evaluativos, utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Consiste en obtener los indicadores para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador, a partir de la opinión de expertos que intervienen en el proceso. Se recomienda convocar y reunir entre 5 expertos que participen en el proceso.

Actividad 2 determinación de los pesos asociados a los indicadores

A partir de los indicadores obtenidos en la actividad anterior, se procede a realizar la valoración de estos para

determinar los pesos asociados a cada vector. Se emplea la utilización de los expertos en el proceso como parte del desarrollo de la actividad propuesta.

Actividad 3 agregación de las informaciones:

La agregación de información es la actividad más importante del método, representa un mecanismo utilizado en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, para la evaluación o decisión, consiste en la transformación de un conjunto de datos (conjunto difuso) en un único elemento [6], [7],[8] , [9].

Definición 1: Operador T-norma. Un operador $T: [0,1] * [0,1] \rightarrow [0,1]$ es un operador T-norma si cumple las siguientes propiedades:

1. Conmutativa $T(x, y) = T(y, x)$.
2. Asociativa $T(x, T(y, z) = T(T(x, y), Z)$.
3. Monótono creciente $T(x, y) > T(x, y)$ si $x \geq x' \cap y \geq y'$.
4. Elemento neutro $T(x, 1) = x$.

Los operadores de agregación de información Suma Ponderada Ordenada (OWA) permiten la agregación de información de acuerdo a parámetros predefinidos, obteniéndose un valor representativo. Un decisor puede agregar la información en función del grado de optimismo o pesimismo deseado, [10],[11], [12] .

Definición 2: Operador OWA. Una función $F: R^n \rightarrow R$, es un operador OWA de dimensión n si tiene un vector asociado W de dimensión n tal que sus componentes satisfagan [13], [12], [14]:

1) $W_j \in [0,1]$,
2) $\sum_{j=1}^{n} W_j = 1$, y
3) $F(a_1, a_2, , , a_n) = \sum_{j=1}^{n} W_j b_j$

Donde b_j es el J-ésimo más grande de los a_j.

Se puede expresar el operador agregación mediante una notación vectorial tal como se representa en la ecuación 1:

$$F(a_1, a_2 .. a_n) = W^t B \quad (1)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación.

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_j siendo este el j-ésimo más grande de los a_i.

Los números neutrosóficos se pueden expresar en la lógica neutrosófica como se muestra en [15], [16],[17] :

Sean:

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n,$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene [18], [19], [20], [21]:

$$v\,(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un operador OWA Neutrosófico como una 2-tupla (W,B) tal como representa la ecuación 3.

$$F(a_1, a_2 .. a_n) = W_{(T,I,F)}{}^t B_{(T,I,F)} \quad (3)$$

Donde:

W: es el vector OWA de peso asociado con la agregación que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F).

B: es el vector agregado ordenado, donde el j-ésimo más grande componente de B es b_j siendo este el j-ésimo más grande de los a_i, que posee un espacio de verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) [22-24]

El método propuesto basa el proceso de agregación mediante el operador OWA para números neutrosóficos [25-27].

Actividad 4 generación de las evaluaciones:

Una vez agregada la información, se obtiene como resultado las evaluaciones derivadas del proceso. Representan las informaciones la salida del método que determina el éxito o fracaso sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador[3, 28-30].

3 Implementación del método para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador

La presente sección describe una ejemplificación de los resultados, en el cual es posible aplicar el método propuesto. El estudio se realiza para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores[3, 28-30].

Actividad 1: definición de los indicadores evaluativos.

Durante el proceso de obtención de información para la definición de los indicadores evaluativos, se obtuvo como resultado un total de 5 indicadores. La Tabla 1 muestra los criterios obtenidos.

Tabla 1: Indicadores evaluativos.

Criterios	Indicador
C_1	Principio de voluntariedad
C_2	Principio de informalidad y flexibilidad
C_3	Confidencialidad en el proceso de mediación
C_4	Justeza en el proceso de medición
C_5	Creatividad en el proceso de mediación.

Actividad 2 determinación de los pesos asociados a los indicadores:

Con el empleo de un enfoque mutiexperto, se determinan los pesos atribuidos a casa criterios. Para el proceso se consultaron cinco expertos los cuales emitieron sus valoraciones[4, 5, 31]. Como resultado final se obtuvieron los vectores de pesos asociados a cada indicador. La tabla 2 muestra los resultados obtenido después de la agregación de los resultados emitidos por los expertos[26, 27, 32].

Tabla 2: Vectores de pesos asociados a los indicadores.

Criterio	W (T, I, F)
C_1	[1, 0.10,0.10]
C_2	[0.75, 0.15,0.10]
C_3	[1, 0.10,0.10]
C_4	[0.8, 0.25,0.10]
C_5	[0.95, 0.25,0.15]

Actividad 3 agregación de las informaciones:

A partir del procesamiento que se realiza de entre los vectores de pesos asociados de los indicadores y las preferecias obtenidas de la institución utilizada en el caso de estudio, se realiza el proceso de agregación de información a partir de lo expresado en la ecuación 3. Para el proceso de agregación se realiza un ordenamiento de los indicadores evaluativos[3, 28-30]. La tabla 3 presenta el resultado de los valores obtenidos durante el proceso de agregación.

Tabla 3: Resultado del proceso de agregación.

Criterio	Pesos	Preferencias	Agregación
C_1	[1, 0.10,0.10]	[0.75, 0.12,0.10]	[0,75, 0.10,0.15]
C_2	[0.75, 0.15,0.10]	[1, 0.10,0.15]	[087, 0.10,0.15]
C_3	[1, 0.10,0.10]	[1, 0.15,0.10]	[1, 0.10,0.10]
C_4	[0.8, 0.25,0.10]	[0.75, 0.10,0.10]	[0,77, 0.10,0.15]
C_5	[0.95, 0.25,0.15]	[1, 0.15,0.10]	[0,97, 0.15,0.15]
Index			[0,87, 0.10,0.15]

Actividad 4 generaciones de las evaluaciones:

A partir del análisis referido de los datos de la tabla 3 se genera la evaluación donde se identifica que el índice de estimación para la evaluación neutrosófica sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador de un 0.87, representando un alto índice, lo que determina que es favorable la evaluación sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador.

4 Materiales y métodos

El trabajo presentado fue plasmado a través de un recorrido bibliográfico del problema desarrollado, la que exigió generar una estrategia de recolección de datos en base a una investigación no experimental, la información, los textos, artículos científicos utilizados nos permite acercarnos al problema planteado que ayudo grandemente a la discusión acerca del debate que se genera en todos los espacios del conflicto de la eficacia jurídica de los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador, todo lo indicado nos permite afirmar que el problema materia de estudio existe y que es real, que el problema no es una mera ficción sino una realidad en el ordenamiento jurídico ecuatoriano, de lo que se colige que es pertinente ser investigado y tratado el tema planteado, por lo que trae sin duda son más preguntas que respuestas.

Como limitante se podría indicar que el trabajo de investigación presentado tiene por característica describir únicamente el fenómeno estudiado en su contexto o de manera general, como limitante también se podría exponer que las fuentes bibliográficas fueron las únicas que sirvieron como sustento de los resultados expuestos.

El trabajo responde a un estudio bibliográfico, el cual nos permite abordar a conclusiones relacionadas a los casos y temas sometidos a la aplicación de los medios alternativos de solución de conflictos entre personas que tienen diferencias dentro de sus comunidades, es de indicar también que estos mecanismos tienen límites, por lo que cualquier caso no se podrá someter a esta jurisdicción voluntaria, es de invocar también que las personas dentro de la sociedad tiene muchas dudas para acudir a los centros de mediación y arreglar los problemas, las disposiciones previstas en los arts. 190, 191 y siguientes de la norma suprema, el efecto de cosa juzgada en la aplicación de este mecanismo.

Origen y evolución de la mediación.

El origen y evolución de los procesos de mediación en civilización y de la justicia por mano propia, la ley del más fuerte, la venganza privada y la ley del talión, dejo de ser tan aplicable, aparece así la Mediación, esta es anterior al derecho positivo y a la instauración de tribunales y jueces, con la aparición de la monarquía primitiva, los reyes emprenden en oficiar como jueces al comenzar la Edad Media [33].

Luego se remonta a la caída del imperio romano el rey es reemplazado por el señor feudal quien da protección a sus siervos a cambio del tributo. Años más tarde, en la Francia medieval, el arbitraje domestico fue reemplazado por los jueces señoriales que son nombrados por los señores feudales", esta figura de la mediación apareció así en Roma.

En el Ecuador dentro del proceso judicial constan las audiencias de conciliación, a partir de mediados de la década de los sesenta se promulga la Ley de Arbitraje Comercial, desde 1992 se empieza a hablar del tema y las ONG´S empiezan a realizar proyectos y 1997 se promulga la Ley de Arbitraje y Mediación.

En la actualidad existen en el Ecuador más de mil Centros de Mediación en el país y otros que han solicitado al Consejo de la Judicatura se les concedan los permisos correspondientes para su creación. La aplicación de la Mediación en el Ecuador fue desarrollada en otros medios distintos y mucho menos formal, que la verdad no les brindaba ninguna garantía a las partes que se sometían a estos procesos de mediación en el Ecuador, que a la final debían ir a la justicia ordinaria para que dirima sus diferencias y les den respuesta a sus requerimientos.

Pero la mediación en el Ecuador como mecanismo de solución de conflictos fue reconocida en la Constitución Política del año 1998, en virtud de lo que establece el artículo 191 inciso 3 (1998) "el Arbitraje. La Media-

ción y otros procedimientos alternativos para la resolución de conflictos, con sujeción a la Ley, que someten a las partes un mutuo acuerdo, sobre una materia transigible, de carácter extra judicial y definitivo que ponga fin a un conflicto" y actualmente en el artículo 190 de la Constitución de la República del Ecuador vigente desde el 20 de Octubre del 2008 se reconoce a los Medios Alternativos de Solución de Conflictos conforme el artículo 190. "se reconoce el Arbitraje, la Mediación y otros procedimientos alternativos para la solución de conflictos. Estos procedimientos se aplicaran con sujeción a la Ley, en materias que por su naturaleza se pueden transigir. En la Contratación Pública procederá el Arbitraje en derecho, previo pronunciamiento favorable de la Procuraduría General del Estado, conforme a la condiciones establecidas por la Ley.

La Mediación y la Constitución de Ecuador de 2008

Los Métodos Alternativos de Solución de Conflictos, y entre ellos, de la mediación. De este método en particular se ha podido observar su eficacia en distintos ámbitos. Es posible que el hecho de dotarlos de una posición significativa en algunos ordenamientos jurídicos obedezca precisamente a este auge e importancia que han ido cobrando. Así pues, podemos observar como en algunos Estados se ha decidido hacer una inclusión de estos métodos dentro de la Norma Superior del respectivo Ordenamiento Jurídico. Esto ha ocurrido en distintos países latinoamericanos, en donde, tal y como señala.

Los medios alternativos de solución de conflictos, aparece con la finalidad de dar respuestas a los problemas que surgen en la vida cotidiana, los problemas que se ciernen sobre el Poder Judicial, como pueden ser la tardanza en la tramitación o la falta de personal adecuado entre otros, han propiciado que muchas personas se decanten por la utilización de los métodos alternativos. Así podemos ver como esto se ha producido en la Constitución de Ecuador del año 2008.

Esta norma contiene en la disposición del artículo 190 una referencia específica a la mediación y al arbitraje, dejando abierta la puerta a otros métodos diferentes. Este precepto presenta el siguiente tenor literal: "Se reconoce el arbitraje, la mediación y otros procedimientos alternativos para la solución de conflictos.

Estos procedimientos se aplicarán con sujeción a la ley, en materias en las que por su naturaleza se pueda transigir. En la contratación pública procederá el arbitraje en derecho, previo pronunciamiento favorable de la Procuraduría General del Estado, conforme a las condiciones establecidas en la ley". Lo primero que hay que señalar a tenor de este precepto es que la norma constitucional ecuatoriana no hace una enumeración cerrada de los métodos de solución de conflictos alternativos, ya que si bien es cierto que enumera el arbitraje y la mediación de forma concreta, hace referencia a otros. Justo a continuación se incluye una sujeción a la ley, o lo que es lo mismo, la puesta en práctica de estos métodos se realizará conforme la legislación vigente, y además se hace una aclaración, aclarándose que la materia debe ser transigible.

La Ley reguladora de la mediación

La norma que regula los procesos de mediación es Ley reguladora de la Mediación, la cual no es otra que la Ley de Arbitraje y Mediación. Dentro de esta norma, es el Título II la que se encarga de regular la mediación en sentido estricto. Un segundo punto que debemos señalar es el inciso final del precepto constitucional. En la última parte se hace alusión específica a la contratación pública.

En los procesos de contratación pública, parece que la Ley Superior Ecuatoriana da una mención predominante al arbitraje en derecho frente a la mediación u otro método alternativo de solución de conflictos. Lo que nos queda claro es que, en esta materia específica se aplica lo visto para la generalidad de las mismas. Junto con esto, el constituyente del 2008 decidió incluir una exigencia añadida a este arbitraje, y es que se considera necesario un pronunciamiento favorable por parte de la Procuraduría General del Estado.

Curiosamente, la Ley de Arbitraje y Mediación, no hace referencia a este requisito constitucionalmente obligatorio, pero ante la posición jerárquicamente superior de la Constitución ecuatoriana, ha de entenderse que debe ponerse en práctica siempre en los casos que son sometidos a los mecanismos de solución de conflictos en el Ecuador, con la finalidad de dar respuesta en función de tiempo.

Los retractores o quienes están en desacuerdo con la aplicación de la mediación o el arbitraje, de estos mecanismos de solución de conflictos, no están de acuerdo ni en el fondo ni en la forma, pues no se puede dejar de plantear aquí si se está afectando al principio de unidad jurisdiccional reconocida en el artículo 168.3 de la Constitución Ecuatoriana, el cual dice "En virtud de la unidad jurisdiccional, ninguna autoridad de las demás funciones del Estado podrá desempeñar funciones de administración de justicia ordinaria, sin perjuicio de las potestades jurisdiccionales reconocidas por la Constitución". Lo que queda claro es que en el país se acepta que no existe el principio de la unidad jurisdiccional, con la aplicación de estos sistemas que son aceptados y que tienen el mismo valor de una sentencia de cosa juzgada.

Para los tratadistas en más de una ocasión se han pronunciado en señalar que la mediación no interfiere en la función judicial, sino que la misma ayuda a descongestionar de los procesos acumulados, considerando que se trata de un mecanismo que puede servir para evitar la vía de la justicia que podríamos calificar como ordinaria, al ser un camino mucho más ágil y rápido. Es por ello que no se afecta al principio de unidad jurisdiccional. Con

lo dicho, podemos afirmar que, en Ecuador, la mediación no es simplemente un mecanismo de tipo jurídico, sino también de tipo constitucional,

La Mediación es: "una solución pacífica de las controversias son tratadas tanto en la Carta de las Naciones Unidas como en la Carta de la OEA. En la Carta de las Naciones Unidas en el artículo 1° se señala: lograr por medios pacíficos y de conformidad con los principios de la justicia y del Derecho Internacional"

Según (La Carta de la OEA, 2012) establece en su artículo 3° inciso h, que: "las controversias de carácter internacional que surjan entre dos o más Estados Americanos debe ser resueltas por medio de procedimientos pacíficos. Estos organismos consideran otras formas de lograr solucionar controversias de forma pacífica y entre los medio considerados está la Mediación y el Arbitraje"

En el Sistema Procesal ecuatoriano, históricamente se ha contemplado como fórmula para concluir un litigio la denominada audiencia de conciliación. No obstante ésta se ha depreciado. Pasando a convertirse en un trámite más a la que asisten los abogados para ratificarse y ventilara los fundamentos de hecho y de derecho contenidos en la demanda y en su contestación ante el funcionario de juzgado, ya que no es necesariamente el juez de la causa.

Con la mediación hoy se buscan medios rápidos para resolver controversias y se utilizan la Mediación y el Arbitraje para solucionar diferendos entre persona (tanto naturales como jurídicas), considerándose como un instrumento valioso y más humano, antes que llevar a los Tribunales de Justicia la causa tema del conflicto, siempre que las disposiciones legales no lo prohíban y puedan ser resueltos a través de las opciones a las que se hace referencia.

Los elementos y características de la Mediación.

Los procesos de mediación se aplican y se instauran principios fundamentales inherentes al Sistema Procesal Ecuatoriano actual, los cimientos sobre los cuales las distintas escuelas o tendencias irán constituyendo los diversos modos de ejecutar la praxis de la Mediación. Con el desarrollo de Centros de Mediación se ha podido seguir modulando las formas de intervención de cada mediador por lo tanto, la Mediación involucra ley y visualización personal de la persona encargada de mediar una situación familiar, bajo principios establecidos y partiendo desde un punto de coincidencia de los miembros inmersos.

La Mediación [34] es un procesamiento que se destaca por las siguientes características:

Es voluntario, por que las partes en ejercicio de su libertad aceptan a tratar el problema que enfrentan dentro de este sistema; sea porque ellas lo acogen de común acuerdo o por que admiten las sugerencias de acudir a ellas. Esta característica inicial, no se la pierde en ningún momento pues durante el trámite las partes manifiestan sus decisiones y dan a conocer sus intereses, con plena libertad y pueden retirarse de la Mediación sin que quepa reclamo alguno en el momento que así lo deseen.

Es informal y flexible, porque su desenvolvimiento no está sometido a reglas procesales; precisamente para que las partes puedan expresarse sin trabas, sin moldes, ni esquemas a los que deban sujetarse, salvo los del respeto mutuo. Por eso también es flexible porque al desenvolverse sin reglas preestablecidas, se acomoda a las condiciones y circunstancias de los interlocutores y del caso concreto que se trate, porque su objetivo es llegar al fondo del problema sin entramparse en rituales.

Es asistido, porque en este sistema intervine un tercero imparcial legalmente autorizado para ello, que ayuda a negociar, que equilibra la relación de fuerza entre las partes, que canaliza el dialogo entre ellas para que cada una exprese su real interés, su necesidad y mutuamente traten de encontrar un acuerdo satisfactorio. Este trabajo profesional, motivador lo ejecutará en base de los métodos y técnicas propias de la especialidad de mediador y de la experiencia adquirida en la práctica.

Es confidencial, porque ni las partes ni el mediador pueden revelar o utilizar lo que en el proceso se haya argumentado, dicho o echo. La reserva, la confidencialidad, el secreto, son una garantía de la seriedad y de la libertad con la que se actúa. Para no despertare temores ni siquiera se deja constancia escrita de las actuaciones, solamente se la hará de la conclusión positiva o negativa: es positiva si se llega a un acuerdo y se convierte en negativa si aquello no fue posible.

Es cooperativo, porque la participación de las partes es espontánea y creadora, la búsqueda de fórmulas de arreglo se hace frente a frente tratando de entender la realidad que vive cada persona, lo que de verdad siente y le preocupa. La comprensión de las necesidades de cada uno poniéndose en el lugar del otro hace de la Mediación un proceso evidentemente humano y solidario.

Es justo, porque el arreglo que pretende naciendo de la libertad y voluntad de las partes, no se queda exclusivamente en la proclamación de los derechos según la Ley asunto que lo podría hacer un juez, sino que va más allá: a lo equitativo, a lo honesto. No se detiene en analizar lo ocurrido, lo que paso, para establecer los responsable; sino de conocer la realidad de ahora y de lo que podrá venir en base de un acuerdo satisfactorio.

Se preocupa por el futuro de las relaciones entre las partes, por el futuro estable de cada una de ellas, por su

tranquilidad y paz emocional. Para esto requieren de la franqueza de las partes, de la claridad con la que expongas sus auténticos intereses.

Es creativo, porque para conseguir buenos resultados hace que las partes inventen y analicen diversas opciones de poner término al conflicto. Solamente cuando de entre ellas se haya escogido la mejor se produce entonces las decisiones y los acuerdos. La creatividad, desarrollando la inventiva, hacer que el problema se lo pueda ver desde otras dimensiones que antes ni siquiera eran sospechadas y por si misma ayuda a liberar grandes descargas emocionales. Pero lo que es más, la creatividad hace que las partes se sientan autoras de la solución y estén convencidas de que lo que lograron es bueno [34].

El proceso de negociación en la mediación.

En los medios alternativos de solución de conflictos la negociación es la parte fundamental de este mecanismo, es una forma de trato humano que en todos los órdenes de la vida se utilizan para alcanzar un objetivo de provecho. Los sinónimos del vocablo ayudan a comprender su alcance: ocupación, actividad, trato comercial, acto lucrativo, sección, traspaso, endoso, compra venta, gestión importante para tener algo o solucionar conflictos. Con esta idea, es necesario observar que el hombre negocia desde los problemas domésticos que atañen a su vida de relación familiar, hasta los asuntos de interés profesional.

Visto la mediación desde la perspectiva general piensa que la sociedad y los estados siempre tratan de mediar o negociar mediante acuerdos, pactos donde se comprometen a dejar de hacer o hacer algo. Es una actividad intensa en las que se intercambian puntos de vista sobre un tema en el que dos o más personas tienen la misma preocupación, interés o afecto y tratan de armonizar sus diferencias para acordar algo satisfactorio, lo que la gente siempre le lleva a pensar al escuchar la palabra negociación le viene a su mente cosas no muy gratas.

Tipos de Mediación.

Existen varios tipos de mediación tales como: la mediación obligatoria, o facultativa, también puede ser ofrecida o solicitada, individual o colectiva, se dice que existe Mediación Obligatoria General cuando el compromiso internacional se limita a fijar la obligación de resolver las controversias mediante el procedimiento de Mediación, sin determinar el mediador asunto que queda a la voluntad de las partes.

Se denomina en cambio Mediación Obligatoria Especial cuando el trato se fundamenta o contiene una doble obligación: Recursos a la Mediación como medio de solución pacífica y determinación del mediador. Para que la Mediación tenga el éxito esperado, es preciso que las partes otorguen al mediador poderes suficientes a fin de que procure llegar a una solución, que eventualmente debe ser aceptada o no por los litigantes, siempre y cuando se respete los derechos de los actuantes.

El consentimiento de las partes otorga a la Mediación el carácter de un contrato y se constituye a su vez su base psicológica y jurídica. Si bien la Mediación es un procedimiento flexible, lo ideal es que las partes, al prestar su consentimiento, determinen con la mayor precisión posible el objeto y el contenido de la controversia.

La acción del mediador no puede confundirse, por tanto, con la intervención ni con la injerencia, pues aquel no debe en ningún caso atribuirse funciones y facultades propias de otras autoridades, sino que su función esencial consiste en intentar, con el consentimiento de las partes, una solución adecuada de un problema internacional. Mientras la acción mediadora recae en beneficio directo de las partes interesadas, la intervención y la injerencia tienden a producir beneficios a los mismos interventores aun con prejuicio de las partes [35].

Clases de Mediación en el Ecuador.

En el Ecuador existen diversos tipos de mediación, en las cuales se puede destacar las siguientes:

Algo que ha sido fundamental en este mecanismo de solución de conflictos en las que más ha tomado vigencia es la Mediación Comunitaria.- se reconoce la Mediación comunitaria como un mecanismo alternativo para la solución de conflictos. Casos que se trata Existen muchos conflictos que es posible tratar y solucionar mediante la Mediación.

A continuación mostramos algunos ejemplos clásicos de asuntos en que una Mediación es la mejor opción para solucionar un conflicto.

- Conflictos de Pareja
- Conflictos de Familia
- Conflictos entre Vecinos
- Conflictos de Comunidad
- Conflictos de Arriendos
- Conflictos de Linderos
- Conflictos Comerciales

- Conflictos Laborales.
- Conflictos en Contratos, Acuerdos Escritos o Verbales.
- Conflictos socio ambientales.
- Conflictos en materia Transigible.

Debe considerarse que debido a disposiciones legales vigentes y de la complejidad y efectos jurídicos, hay asuntos que no pueden ser resueltos bajo el esquema de Mediación, tales asuntos son: Derechos Humanos, Derechos Fundamentales, Asuntos Constitucionales, Asuntos Tributarios, entre otros [36].

Importante también resulta mencionar que los temas que en la mayoría de casos se presentan para dar una posible solución de conflictos es en materia de contratación pública, que necesariamente se debe hacer constar en una de las clausulas la obligación de acudir a un centro de mediación como primer paso para dar respuesta a un conflicto de contratación pública, y en caso de no poder llegar a un posible arreglo se podrá acudir a la justicia ordinaria.

5 Análisis de los resultados

Como resultado de la presente investigación llevada a dar respuesta de lo planteado, el papel que cumple el mediador es el de esencial de apreciar con imparcialidad y buena fe las razones invocadas por las partes, sin pretender imponer un juicio intransigente; aunque sea basado en la aplicación estricta del derecho. El Mediador tiende, en definitiva, a seguir la línea de la menor resistencia y no necesita provocar un juicio objetivo o por lo menos no está obligado a hacerlo sobre los puntos puestos a su consideración. Por otra parte, la Mediación tiene un valor que contrabalancea este inconveniente, es decir que un arreglo logrado a través de este procedimiento tiene mejores perspectivas de solucionar no solamente los méritos de la controversia, sino las mutuas relaciones de los contendientes.

Otro que se lo puede considera como un resultado importante es que de manera obligatoria el Estado o las instituciones del sector público podrán someterse a Mediación a través del personero facultado para contratar o nombrar de la institución respectiva. La facultad del personero podrá delegarse mediante poder.

El proceso de Mediación, es sencillo y motivador en el sentido de pretender el acercamiento de las partes, para que sean ellas mismas las que, de ser posible, encuentren la solución a sus desavenencias mediante un acuerdo que les ponga fin, así lo determina el Art. 43 de la Ley, cuando dice: Si no se puede llegar a un acuerdo, no se puede hablar no se puede hablar de fracaso en la Mediación, por el acercamiento de las partes, la comunicación lograda entre ellas, el intercambio de opiniones representa un esfuerzo de ellas para acometer el problema y que si bien no es suficiente para arribar a un acuerdo final, hace que los intervinientes entienden mejor el conflicto, piensan en la existencia de alternativas para el arreglo y baje el grado de la tensión que los enfrenta.

Podrán someterse al procedimiento de Mediación de acuerdo a lo que establece la ley, sin restricción alguna, las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, legalmente capaces para transigir. El Estado o las instituciones del sector público podrán someterse a Mediación a través del personero facultado para contratar o nombrar de la institución respectiva que resuelva el conflicto.

La facultad del personero podrá delegarse mediante poder de acuerdo al Art. 45.- La solicitud de Mediación se consignará por escrito y deberá contener la designación de las partes, su dirección domiciliaria, sus números telefónicos si fuera posible, y una breve determinación de la naturaleza del conflicto. Por lo transcrito, cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, legalmente capaz, puede someter a Mediación, sin restricción alguna, toda materia susceptible de transacción. Existe gran amplitud y libertad para hacerlo.

El procedimiento de Mediación se lleva a cabo de manera reservada y nada de lo que se discuta durante la audiencia de Mediación puede trascender o conocerse fuera de su ámbito, por lo tanto, cabe esperar que las partes confíen en el desempeño de los mediadores, pues deben reunir las condiciones antes descritas y ser profesionales que han recibido capacitación en técnicas de Mediación.

6. Discusión

La discusión se centra en que la presencia de abogados durante el proceso de Mediación, sin embargo, no cabe duda de que la función que cumplen los letrados durante este proceso es de vital importancia para la seguridad y funcionamiento del mismo sistema, debido a que corresponde a los abogados informar y asesorar a sus clientes acerca de las ventajas y desventajas de participar en un proceso de Mediación. Como primer paso, el abogado deberá informar de manera detallada a su cliente, en que consiste el proceso de Mediación, ya que tratándose de un Método Alternativo de Conflictos relativamente novedoso, son muchas las personas que hasta el día de hoy conocen poco a nada acerca de este sistema de resolución de disputas.

Con relación a la Mediación es esencial que las partes tomen conocimiento de que el mediador en ninguna oportunidad podrá suplir el rol del abogado de la parte, asesorando a las mismas, ya que uno de los pilares básicos del instituto de la Mediación es que el mediador tenga durante todo el procedimiento una conducta de impar-

cialidad y de neutralidad hacia las partes que se someten a estos medios alternativos de solución de conflictos para llegar a acuerdos mínimos.

La vigente Constitución de 2008, en su artículo 190, reconoce el Arbitraje, la Mediación y otros procedimientos alternativos para la solución de conflictos, estos procedimientos se aplicarán con sujeción a la ley, en materias en las que por su naturaleza se pueda transigir.

La Ley Ecuatoriana de Arbitraje y Mediación (art.44) dispone que puedan someterse a Mediación, sin restricción alguna, las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, legalmente capaces de transigir. Luego señala (art.46) que la Mediación podrá proceder cuando exista convenio escrito entre las partes para someter sus conflictos a Mediación, los jueces ordinarios no podrán conocer demandas que versen sobre el conflicto materia del convenio, a menos que exista acta de imposibilidad ele acuerdo o renuncia escrita ele las partes al convenio de Mediación.

Los medios alternativos de solución de conflictos lleva a concluir que la mediación tiene el efecto de cosa juzgada, añade que si el acuerdo fuere parcial, las partes podrán discutir en juicio únicamente las diferencias que no han sido materia del acuerdo, si no ha habido acuerdo, el acta de imposibilidad podrá ser presentada por la parte interesada dentro de un proceso arbitral o judicial, y esto suplirá la audiencia o junta de Mediación prevista en tales procesos.

Conclusión

A partir de la implementación del método neutrosófico fue posible la evaluación sobre los medios alternativos de solución de conflictos en Ecuador. Sin embargo, la Mediación es un mecanismo que reconocido en la Constitución de la República del Ecuador en el artículo 190 se reconoce al Arbitraje, la Mediación y otros procedimientos alternativos para la solución de conflictos. Estos procedimientos se aplicarán con sujeción a la ley, en materias en las que por su naturaleza se pueda transigir, en caso de afectación de los derechos que están establecidos en los catálogos nacionales o extranjeros, no se podrá aplicar mediación ni otro medio alternativo de solución de conflictos.

El procedimiento de la Mediación vela por los principios y derechos constitucionales de seguridad jurídica, derecho a la defensa, economía procesal, adicionalmente considera procesos que velen por la imparcialidad de los sujetos que están inmersos en los conflictos, que en definitiva ayuda a dar respuesta a un conflicto puesto en manos de quien ejerce la mediación por imperio de la Ley.

La Ley de Medicación vigente en el Ecuador sostiene que los Centros de Mediación permitirá que las decisiones que se realicen en los mismos sean de cumplimiento obligatorio, la voluntad de solucionar de manera extrajudicial los conflictos debe ser reconocido y garantizar un verdadero proceso, en el cual se hagan efectivo los derechos de las partes que se someten a este mecanismo establecidos en la Constitución y en los Instrumentos Internacionales de Derechos Humanos.

La implementación de los centros de mediación en el Ecuador, es importante para mediar asuntos que la ley permite a las partes y así buscar una solución, también las partes van hacia la búsqueda inteligente y creativa de una solución mutuamente satisfactoria que ponga fin a un conflicto, con la asistencia del mediador que deberá cumplir su función de manera objetiva.

Referencias

[1] F. López, "Módulo Gestión Internacional," *Escuela de Organización Industrial*, pp. 1-96, 2011.

[2] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.

[3] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[4] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[5] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[6] J. Montero, D. Gómez, V. López, R. Tinguaro, and V. Begoña, "Sobre funciones y reglas de agregación," *XV Congreso Español Sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*, 2010.

[7] R. Mesiar, L. Šipeky, P. Gupta, and J. LeSheng, "Aggregation of OWA operators," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems,* vol. 26, no. 1, pp. 284-291, 2017.

[8] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial,* vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

[9] J. M. Merigó, D. Palacios-Marqués, and P. Soto-Acosta, "Distance measures, weighted averages, OWA operators and Bonferroni means," *Applied Soft Computing,* vol. 50, pp. 356-366, 2017.

[10] O. U. Lenz, D. Peralta, and C. Cornelis, "Scalable approximate FRNN-OWA classification," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2019.

[11] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[12] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.

[13] R. R. Yager, "OWA aggregation with an uncertainty over the arguments," *Information Fusion,* vol. 52, pp. 206-212, 2019.

[14] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.

[15] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.

[16] Y. Wang, and Y. Deng, "OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions," *arXiv preprint arXiv:1901.09784*, 2019.

[17] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río,* vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.

[18] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.

[19] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[20] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[21] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica,* vol. 13, no. 2, 2021.

[22] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado,* vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.

[23] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.

[24] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[25] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.

[26] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[27] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.

[28] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.

[29] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[30] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[31] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[32] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.

[33] D. E. ARMENDÁRIZ, and P. Dra, *Módulo de Introducción a los Medios Alternativos de Resolución de Conflictos*: Diplomado Superior en Mediación Universidad Central del Ecuador.

[34] G. M. Santillán Flor, "Proceso de mediación para la solución de conflictos de los estamentos del sistema de educación superior," Quevedo: UTEQ, 2015.

[35] M. Darnaculleta i Gardella, "Ética pública y Derecho administrativo en la era de la posverdad= Public Ethics and Administrative Law in the Post-Truth Era," *Revista de Derecho Público: Teoría y Método, 2020, vol. 1, p. 41-74*, 2020.

[36] E. Ccanto Camacho, "Calidad de sentencias de primera y segunda instancia sobre el delito contra la administración pública–corrupción de funcionarios en la modalidad de cohecho pasivo propio, en el expediente Nº 02652-2014-0-1501-JR-PE-01, del distrito judicial de Junín-Lima. 2021."

Recibido: Mayo 26, 2022. **Aceptado:** Junio 15, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Procesamiento a través de Mapas Cognitivos Neutrosóficos de los Factores de Riesgo del personal de salud en la atención a pacientes con Covid-19

Processing through Neutrosophic Cognitive Maps of the Risk Factors of health personnel in the care of patients with Covid-19

María Verónica Aveiga Hidalgo[1], Cristhian Eduardo Ascuntar Vega[2], and Clara Elisa Pozo Hernandez[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5457-1907
E-mail: ut.mariaaveiga@uniandes.edu.ec.
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-3423-9074
E-mail: et.cristhianeav37@uniandes.edu.ec,
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9204-7783
E-mail: ut.clarapozo@uniandes.edu.ec,

Resumen. La investigación se realizó en el Centro de Salud San Francisco de la ciudad de Tulcán, con el objetivo de implementar estrategias de intervención en bioseguridad para reducir los factores de riesgo del personal de salud en la atención de pacientes con Covid-19. En el proyecto de investigación se utilizó la metodología de investigación cuantitativa y cualitativa, además de métodos, técnicas e instrumentos que ayudaron a complementar mejor el estudio, la herramienta utilizada para la recolección de datos fue la revisión bibliográfica y una encuesta dirigida al personal de salud. Además, se utilizaron los Mapas Cognitivos Neutrosóficos para conocer las relaciones causales entre los factores que se describieron, y posibilitar el trabajo para establecer estrategias de trabajo educativo en general para modificarlas. Permitiendo una mejor preparación de estos profesionales y favoreciendo su calidad de vida en el desempeño profesional.

Palabras clave: covid-19 en personal sanitario, bioseguridad para covid-19, personal sanitario

Abstract. The research was carried out at the San Francisco Health Center in the city of Tulcán, with the aim of implementing biosafety intervention strategies to reduce the risk factors of health personnel in the care of patients with Covid-19. In the research project, the quantitative and qualitative research methodology was used, in addition to methods, techniques and instruments that helped to better complement the study, the tool used for data collection was the bibliographic review and a survey addressed to health personnel. In addition, the Neutrosophic Cognitive Maps were used to know the causal relationships between the factors that were described, and to enable the work in order to establish educational work strategies in general to modify them. Enabling a better preparation of these professionals and favoring their quality of life in professional performance.

Keywords: covid-19 in health personnel, biosafety for covid-19, health personnel

1 Introducción

En el Objetivo 1 del Plan Nacional Toda Una Vida menciona "garantiza una vida digna con igualdad de oportunidades para todas las personas" [1]. Hace referencia a que todos los profesionales de la salud tengan igualdad de oportunidades al tener un ambiente de trabajado seguro y óptimo donde los factores de riesgo a los cuales están expuestos disminuyan y sean controlados adecuadamente, para que los trabajadores sanitarios gocen de un ambiente laboral óptimo.

El Plan Nacional Toda Una Vida se relaciona con este trabajo de investigación porque el personal sanitario está expuesto a diferentes factores de riesgo al atender a pacientes Covid-19 que perjudican su salud ya que el estado debe garantizar según la política y la promoción de procesos de formación continua del personal de salud, a fin de proveer servicios amigables, solidarios y de respeto a los derechos y a los principios culturales y bioéticos,

de acuerdo a las necesidades en los territorios y su perfil epidemiológico. El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia del Carchi establece como objetivo "Ejercer la rectoría, regulación, planificación, gestión coordinación y control de la salud pública en la provincia. Es necesario que todo el personal de salud que atiende en los primeros niveles de atención siga un plan educativo que contribuya a disminuir los factores de riesgo en la atención a los pacientes positivos para Covid-19 [2].

En el Ecuador los factores de riesgo al atender a pacientes Covid-19 son evidentes ya que muchos de los profesionales de salud han sido afectados por el contagio, Koopmann, nos menciona que, en cuanto al personal de salud, cientos de médicos, enfermeras y personal administrativo que trabajan en centros médicos y hospitales, han resultado casos positivos de Covid-19, lo que ha complicado más la atención a pacientes que llegan de emergencia a esas instituciones públicas. Un total de 1 667 de las 6 080 muestras tomadas a trabajadores de la salud, entre médicos, enfermeros, auxiliares, obstetras, odontólogos y psicólogos, fueron positivas. Así consta en la última actualización de casos publicada el jueves 23 de abril del 2020, por el Ministerio de Salud. El informe también agrega que, de los 1 667 infectados, 1 033 son galenos, seguidos de los enfermeros, que sumaron 374 casos, y luego están los auxiliares de enfermería, con 153. La cifra de fallecidos llega a 19 entre estos profesionales [3].

En el centro de salud San Francisco de la Ciudad de Tulcán según la entrevista realizada al Dr. Jean Carlo Hernández subdirector de la institución, el nivel de contagio por Covid-19 en el personal de salud es del 20 % de un total de 25 profesionales de la salud, además se menciona que la afectación psicológica del personal es del 100 %. Los factores de riesgo del personal de salud en la atención a pacientes se definen como toda circunstancia o situación en el que el profesional aumenta las probabilidades de contraer una enfermedad o cualquier otro problema de salud relacionado con su trabajo. Los factores de riesgo del personal sanitario al atender a pacientes Covid-19 son los siguientes:

La problemática radica en las consecuencias que afectan a los profesionales de la salud al estar expuestos a los riesgos al atienden a pacientes Covid-19, el más importante es el riesgo biológico al estar en contacto con el virus SARS CoV2, la posible generación de Covid-19 y las respectivas complicaciones en la salud. El siguiente factor es el psicológico y ambiental al estar expuesto a un ambiente laboral aislado y modificado para las condiciones de bioseguridad con extensas jornadas de trabajo, modificación de condiciones laborales y riesgo de contagio lo que ha generado complicaciones psicológicas como estrés laboral ansiedad y depresión [4] .

La importancia de realizar un estudio sobre el Covid-19 y sus factores de riesgo hacia el personal sanitario en la atención a pacientes positivo, contribuye de forma efectiva, pues en la actualidad es una de las causas más importantes de contagio en el personal de salud pues son las primeras personas en brindar una atención directa y personalizada hacia la comunidad. Carchi Prioridades para el Desarrollo Agenda 2013 -2020 en su capítulo 4, correspondiente a la agenda de prioridades para el desarrollo integral nos manifiesta, la implementación de centros de salud especializados con un modelo de salud integral enfocado en la salud preventiva [5]

El personal de los centros de salud de la cuidad de Tulcán están destinados a la atención de la ciudadanía y en la identificación de casos sospechosos para Covid-19 de igual manera la atención de necesidades en el ámbito de salud como son: la educación, promoción y prevención de enfermedades transmisibles y no transmisibles, en época de pandemia por Covid-19 el personal sanitario de dichos centros atiende a pacientes positivos para Covid-19 lo cual incrementa los factores de riesgo para el personal de salud [6].

Realizando una descripción con respecto al ámbito internacional, toda aparición y la propagación de patógenos respiratorios nuevos, como el coronavirus, va acompañado de incertidumbre sobre sus principales características epidemiológicas, clínicas y virológicas y en particular sobre su capacidad de propagación en la población humana y su virulencia siendo así hay una gran preocupación por determinar los factores de riesgo en los trabajadores de la salud. Bajo lo señalado por la Organización Mundial de la Salud - OMS en la evaluación de los factores de riesgo de enfermedad por el coronavirus de 2019 Covid-19 entre trabajadores de salud [7, 8].

Tomando en cuenta la importancia de los cuidados que hay que tener con el Covid-19 es esencial identificar los posibles medios de contagio y los factores de riesgo que conlleva el atender a pacientes positivos para Covid-19 por parte del personal de salud. Estudios realizados por Silva [9] menciona en su artículo Reflexiones sobre los riesgos ocupacionales en trabajadores de salud en tiempos pandémicos por covid-19, que tiene como objetivo reflexionar sobre los riesgos laborales que involucran a los trabajadores de salud en la pandemia del nuevo coronavirus Covid-19, menciona que los trabajadores de la salud son reconocidos como otro grupo de alto riesgo para adquirir diferentes factores de riesgo en la atención a pacientes Covid-19. La evidencia que presenta es el estudio de 138 pacientes tratados en un hospital de Wuhan donde 40 (29%) eran profesionales de salud. Entre los profesionales de la salud afectados, 31(77,5%) trabajan en salas generales, 7(17,5%) en el departamento de emergencias y 2(5%) en la Unidad de Cuidados Intensivos; una proporción significativa de los casos está relacionada con la exposición ocupacional.

Estudios realizados por Bermúdez et al 2020, dan a conocer cómo ha afectado la pandemia Covid-19 en el estrés laboral del personal de salud, nos menciona que el 95% de las personas que trabajan en un centro de atención medica han sentido estrés laboral durante la pandemia de Covid-19 ya que los principales motivos para desarrollar este factor de riesgo es la sobrecarga laboral, falta de material y desconocimiento de la enfermedad. En la mayoría

de ellos coinciden en que el estrés al que han sido sometidos repercute negativamente en su salud, siendo así los síntomas a causa del estrés el trastornos muscular-esqueléticos, depresión y alteraciones psicosomáticas [10]

2 Materiales y métodos

En la presente investigación, se realizó una revisión bibliográfica para determinar los factores de riesgo del personal de salud ante pacientes con Covid-19. Estos factores fueron sometidos a consulta de expertos para evaluar cuál de ellos es el más influyente[11-14]. Además, se aplicó una encuesta a 25 trabajadores del centro de salud de San Francisco para conocer su apreciación sobre los factores a los que se exponen en su labor diaria, y el grado de preparación sobre este tema y las medidas de bioseguridad que se deben emplear para evitar el contagio[15]. Empleando los siguientes métodos[16-19]:

- Observación científica: mediante este método de investigación se observa directamente los posibles factores de riesgo que se suscitan en el personal de salud al realizar los cuidados y la atención a pacientes positivos para COVID-19 para así poder tomar como fuente de estudio y que sean pieza clave para nuestra investigación.
- Recopilación de datos: este método se lo utilizó para la obtención de datos mediante la aplicación de la encuesta a 25 personas que conforman el personal de salud, a través de las encuestas, se obtendrán datos significativos para la investigación.

Técnicas de Investigación:

- Encuesta: la encuesta se aplicó a 25 personas del personal de salud del centro de salud San Francisco con la finalidad de recolectar información.
- Cuestionario: se utilizó una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.

2.1 Métodos para el procesamiento de la información:

Se propone el uso de Mapas Cognitivos Neutrosóficos (MCNs) considerando las ventajas que esta técnica ofrece frente a otras técnicas de soft-computing, en términos de interpretabilidad, escalabilidad, agregación de conocimiento, dinamismo y su habilidad para representar relaciones de retroalimentación e indeterminación [20]. Las MCN fueron introducidas por[21]en 2003. MCNs es una integración de los mapas cognitivos difusos (MCD) introducidos por Kosko en 1986 y los conjuntos neutrosóficos (CN) introducidos por Smarandache en 1995 [22]. Esta técnica supera la incapacidad de los MCD tradicionales para representar la indeterminación. La inclusión de la indeterminación establece que la neutralidad y la ignorancia también son formas de incertidumbre. [22] expone que los MCD constituyen una técnica que ha recibido una atención creciente debido a sus posibilidades para representar la causalidad. El siguiente es un conjunto de definiciones necesarias para trabajar con MCN. En primer lugar, expongamos formalmente la definición original de lógica neutrosófica tal como se muestra en[23].

Definición 1.[24] Sea N ser un conjunto neutrosófico de evaluación. v: $N = \{(T, I, F): T, I, F \in [0,1]\} \rightarrow$N es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales en N, es decir, cada oración está asociado a un valor p$\in$ N, como se expone en la Ecuación 1, es decir que p es T% verdadera, I% indeterminada y F% falsa.

$$v(p) = (T, I, F) \tag{1}$$

Por tanto, la lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa, basada en el concepto de neutrosofía según [25, 26].

Definición 2. [27, 28] Sea *K* el anillo de los números reales. El anillo generado por K$\cup$I se denomina anillo neutrosófico si en él interviene el factor de indeterminación, donde I satisface $I2 = I$, $I+I = 2I$ y, en general, $I+I+...+I = nI$, si $k \in K$, entonces $kI = kI$, $0I = 0$. El anillo neutrosófico se denota por *K(I),* que es generado por $K \cup I$, es decir, K(I) = <K$\cup$yo>, donde $<K \cup I>$ denota el anillo generado por K e I.

Definición 3. Una matriz neutrosófica es una matriz $A = [aij]ij\ i = 1, 2, ..., myj = 1, 2, ..., n;\ m, n \geq 1$, tal que cada $a_{ij} \in K(I)$, donde *K(I)* es un anillo neutrosófico, véase[29]

Observemos que un elemento de la matriz puede tener la forma a+bI, donde “a” y “b” son números reales, mientras que I es el factor de indeterminación. Las operaciones usuales de matrices neutrosóficas pueden extenderse de las operaciones de matrices clásicas.

Por ejemplo,

$$\begin{pmatrix} -1 & I & 5I \\ I & 4 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I & 9I & 6 \\ 0 & I & 0 \\ -4 & 7 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -21I & 27I & -6+25I \\ -28+I & 49+13I & 35+6I \end{pmatrix}$$

Además, un gráfico neutrosófico es un gráfico que tiene al menos un borde indeterminado o un nodo indeterminado [23, 30]. La matriz de adyacencia neutrosófica es una extensión de la matriz de adyacencia en la teoría de grafos clásica. $a_{ij} = 0$ significa que los nodos i y j no están conectados, $a_{ij} = 1$ significa que estos nodos están conectados y $a_{ij} = I$, eso significa que la conexión es indeterminada (se desconoce si lo es o no). La teoría de conjuntos borrosos no utiliza tales nociones. Por otro lado, si la indeterminación se introduce en un mapa cognitivo como se refiere en[31], entonces este mapa cognitivo se denomina mapa cognitivo neutrosófico, el cual es especialmente útil en la representación del conocimiento causal[25, 32]. Se define formalmente en la Definición 4.

Definición 4. Un Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) es un grafo dirigido neutrosófico con conceptos como políticas, eventos, entre otros, como nodos y causalidades o indeterminados como bordes. Representa la relación causal entre conceptos. Las medidas que se describen a continuación se utilizan en el modelo propuesto, se basan en los valores absolutos de la matriz de adyacencia [15, 31]:

- ✓ Grado superior (vi) es la suma de los elementos de fila en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fuerza de las relaciones salientes (cij) de la variable:

$$od(v_i) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \tag{2}$$

- ✓ en grado (v_i) es la suma de los elementos de la columna. Refleja la fuerza de las relaciones (cij) saliente de la variable.
- ✓

$$id(v_i) = \sum_{i=1}^{n} c_{ji} \tag{3}$$

- ✓ Centralidad total (grado total$t(vi)$), es la suma del grado de entrada y el de salida de la variable.

$$td(v_i) = od(v_i) + id(v_i) \tag{4}$$

Las variables se clasifican según el siguiente criterio, ver[33]:

a) Las variables transmisoras son aquellas con $od(vi) > 0$ e $id(vi) = 0$.
b) Las variables receptoras son aquellas con $od(vi) = 0$ e $id(vi) > 0$.
c) Las variables ordinarias satisfacen a la vez $od(vi) \neq 0$ e $id(vi) \neq 0$

El análisis estático se aplica utilizando la matriz de adyacencia, considerando el valor absoluto de los pesos[30]. Análisis estático en mapas cognitivos neutrosóficos (NCM), ver[32], contiene inicialmente el número neutrosófico de la forma (a + bI), donde I = indeterminación[34]. Requiere un proceso de desneutrosificación como se propone en[31], donde∈[0, 1] y se reemplaza por sus valores máximo y mínimo[35-38].

Finalmente, se trabaja con el promedio de los valores extremos, el cual se calcula mediante la Ecuación 5, la cual es útil para obtener un valor único como se refiere en[39]. Este valor contribuye a la identificación de las características a atender, según los factores obtenidos, para nuestro caso de estudio.

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \tag{5}$$

Después,

$$A \succ B \Leftrightarrow \frac{a_1 + a_2}{2} > \frac{b_1 + b_2}{2} \tag{6}$$

3 Resultados

Se realizó una revisión bibliográfica, que permitió identificar los siguientes factores de riesgo a los que se expone el personal. La figura 1 muestra los resultados

Figura 1: Factores de riesgo del personal de salud en la atención a los pacientes con Covid-19. Fuente: Elaboración propia.

Factores Biológicos	Exposición al virus
	Elevada posibilidad de contagio
	Medidas de bioseguridad insuficientes
Factores Psicológicos	Presencia de alteraciones psicológicas tales como:
	Estrés
	Ansiedad
	Depresión
	Insomnio
Factores Sociales	Aislamiento social
	Aislamiento de sus familias
	Discriminación por parte de la sociedad por temos a contagio
Factores Personales	Predisposición a la enfermedad
	Capacidad de resiliencia
	Adaptación al cambio
	Preparación profesional
Factores Físicos	Agotamiento
	Cansancio
	Cefalea tensional
	Malestar físico debido a intensas jornadas de trabajo
Factores Económicos	Dificultad para adquirir medios de protección
	Altos costos de los medicamentos en el mercado mundial
	Infraestructura deficiente

Estos factores identificados, fueron sometidos a consulta de expertos donde se evalúan las relaciones causales entre las seis variables o factores de riesgo con números neutrosóficos, se utilizó un promedio de las evaluaciones de los expertos. De ellos se obtuvo una matriz de adyacencia y el gráfico que la representa:

$$\mathbf{NE(x)}=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0.8 & 0.7 & 0.94 & 1 \\ 0 & 0 & 0.91 & 0.63 & 0.67 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.5 & 0.23 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0.94 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & \mathrm{I} & 0 & 0 & \mathrm{I} & 0 \end{bmatrix}$$

Figura 2: Matriz de Adyacencia Neutrosófica de las relaciones causales de las variables según la consulta a expertos. Fuente: Elaboración propia.

$$\mathbf{E(x)}=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0.8 & 0.7 & 0.94 & 1 \\ 0 & 0 & 0.91 & 0.63 & 0.67 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.5 & 0.23 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0.94 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5+\mathrm{I} & 0 & 0 & 0.5+\mathrm{I} & 0 \end{bmatrix}$$

Figura 3: Matriz de adyacencia desneutrosoficada. Fuente: Elaboración propia.

Nodos	od	id	td	Clasificación de las variables
Biológico	0,96521739	0,217391304	1,182608696	Ordinaria
Psicológico	0,48043478	0,217391304	1,336956522	Ordinaria
Social	0,37608696	0,217391304	0,747826087	Ordinaria
Personales	0,02173913	0,217391304	0,419565217	Ordinaria
Físicos	0,20434783	0,217391304	0,626086957	Ordinaria
Económicos	0,43478261	0,217391304	0,652173913	Ordinaria

Tabla 1: Análisis estático del MCN y clasificación de las variables. Fuente: Elaboración propia.

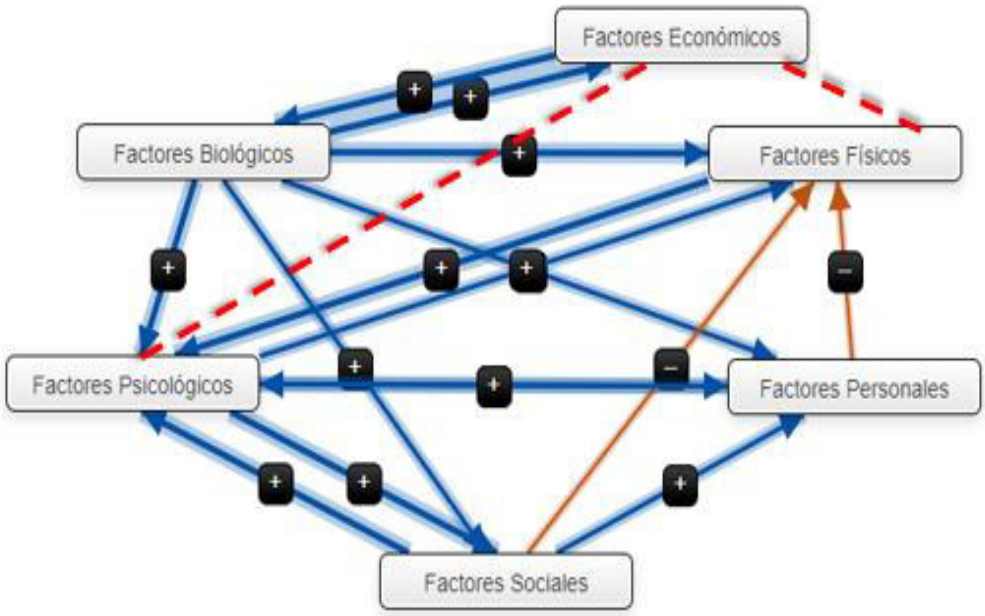


Figura 4: Mapa Cognitivo Neutrosófico de la relación causal entre los factores.

Al analizar lo planteado anteriormente, en el MCN, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Cuando se activa el nodo Factores Biológicos, se activan todos los demás nodos, teniendo este mayor nivel de causalidad, lo que significa que, es el nodo sobre el cual hay que trabajar de manera prioritaria para disminuir los factores de riesgo.
- ✓ Las relaciones de los factores biológicos con el resto de los nodos son unidireccionales, a excepción del nodo Factores Económicos
- ✓ Se puede observar también como existe una dirección inversamente proporcional entre en nodo Factores Sociales y Factores Físicos, debido a que estos modifican los segundos, no siendo así a la inversa.
- ✓ Entre los Factores Personales y los Factores Físicos, también existe relación inversamente proporcional, debido a que a medida que los factores personales disminuyen, o sea, a menor nivel de resistencia emocional, psíquica, va a existir menor nivel de resistencia física, modificando los Factores Físicos.
- ✓ Existe una relación indeterminada entre el nodo Factores Económicos, y los nodos Factores Psicológicos y Físicos.

El orden de importancia de los Factores queda establecido de la siguiente manera: Biológicos<Psicológicos<Sociales<Económicos<Físicos<Personales

Acorde con los resultados derivados del MCN, se puede afirmar que los Factores Biológicos son de prioridad para disminuir el resto de los Factores de riesgo descritos en la investigación, a los cuales se expone el personal de los centros de salud de la ciudad de Tulcán. Por lo que resulta necesaria la capacitación de estos trabajadores en cuanto a las medidas necesarias para evitar riesgo biológico. Además de gestionar con la administración de estos centros garantizar los equipamientos para la protección de los trabajadores. También formar conciencia en el personal y pacientes que acuden a los centros de atención al Covid-19, de la necesidad de cumplir con las medidas de higiene y seguridad sanitaria.

Se realizó además de la revisión y el análisis por parte de los expertos al fenómeno de los Factores de riesgo, una encuesta a personal de asistencia del centro de salud San Francisco. Los principales resultados de diagnósticos de la situación actual se exponen a continuación en las figuras 5 al 8.

Pregunta 1.- Ocupación en el establecimiento sanitario.

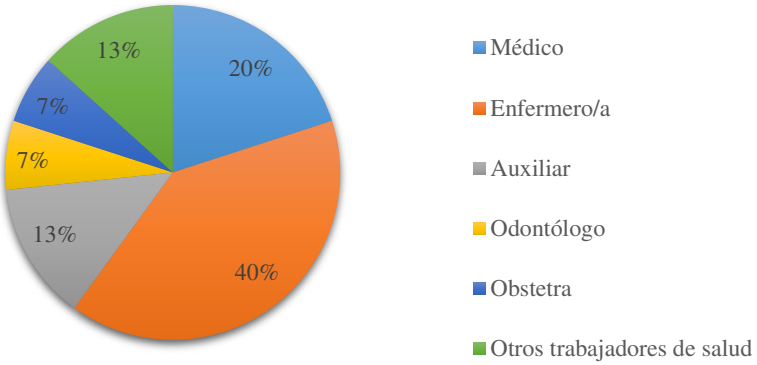


Figura 5: Ocupación de los profesionales que integraron la encuesta. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos se pudo evidenciar que la mayoría de los profesionales que laboran en el centro de salud San Francisco son profesionales de enfermería y médicos siendo este el personal más afectado con respecto a la atención directa a pacientes Covid-19. La figura 6 expone las respuestas a la pregunta 2: Ha recibido usted capacitación específica en atención de pacientes de Covid-19.

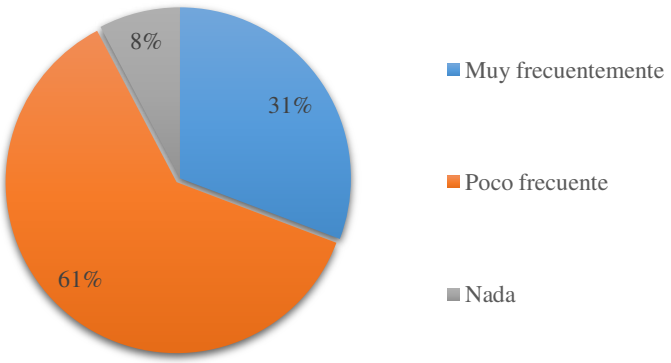


Figura 6: Capacitación en cuanto a medidas de bioseguridad del personal sanitario. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a esta pregunta la mayoría del personal de salud mención que la capacitación recibida es poco frecuente, significando esto un serio problema para el profesional sanitario ya que no cuenta con la información

adecuada, actualizada y frecuente para poder atender a este tipo de pacientes, razón por la cual se hace necesario la capacitación del personal de salud para disminuir los factores de riesgo.

Pregunta.3- De los siguientes factores de riesgo cuáles cree usted que son los principales que afectan en la salud del profesional.

Con respecto al estudio de las respuestas menciona que los factores de riesgo que afectan la salud del profesional son en su mayoría los factores biológicos, psicológicos y ergonómicos, ya que el profesional está expuesto directamente al contacto con pacientes covid-19 y genera un nivel alto de contagio, además el ambiente y las condiciones laborales repercute el estado mental y anímico del profesional al desarrollar estrés laboral, ansiedad y preocupaciones que perjudican la salud. Por ello es necesario generar una estrategia de intervención para minimizar los efectos de los factores de riesgo en el personal de salud. Como se muestra en la figura 7.

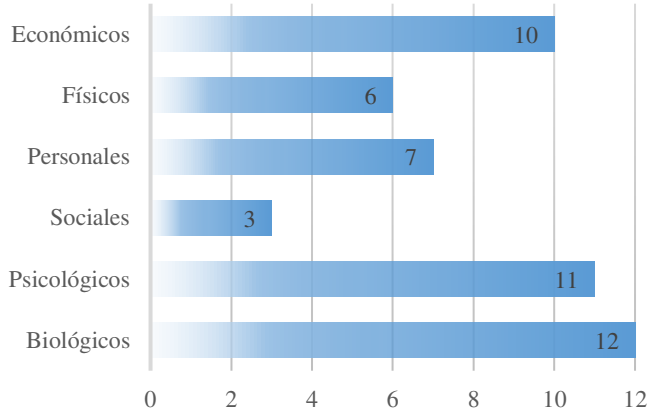


Figura 7: Nivel de los factores de riesgo según el personal de salud. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 4.- Cree usted que es importante diseñar una estrategia de intervención para disminuir los factores de riesgo en el profesional de salud en la unidad que usted labora.

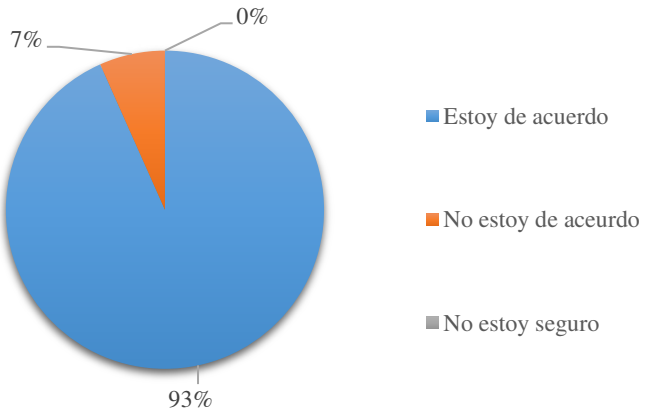


Figura 8: Necesidad de formación del personal de salud sobre medidas de bioseguridad. Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos se menciona que es conveniente la formación del personal de la salud en atención a pacientes Covid-19, ya que se encuentra expuestos a varios factores de riesgo que afectan directamente su salud física y psicológica como también su desenvolvimiento en su ambiente laboral, social y familiar. Al contrastar los resultados de los diferentes métodos de investigación aplicados, se llegó a la conclusión de que se requiere

el diseño de las estrategias de intervención para disminuir los riesgos laborales y un proceso de capacitación y formación para el personal de salud en la atención de pacientes Covid-19.

Conclusiones

La indeterminación se incorpora al modelado de las relaciones causales entre los factores analizados, donde la ciencia neutrosófica es una parte activa y una persona que toma decisiones. La necesidad de tomar medidas para la disminución de los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores de salud resulta urgente en los centros de asistencia a pacientes con Covid-19 en la ciudad de Tulcán.

El Factor de Riesgo prioritario según el análisis causas entre los factores, es el Factor Biológico, debido a que de la exposición al virus y las medidas higiénico-sanitarias que se adopten para disminuir el contagio, depende el desarrollo positivo de los restantes factores. Los trabajadores de salud encuestados manifestaron que los factores biológicos, seguido de los psicológicos y económicos, son los de mayor incidencia en el riesgo al que se expone el personal de salud en la atención a pacientes con Covid-19. La situación de salud que se generó a partir de la aparición del virus, y los altos índices de contagio, demandan acciones educativas de capacitación en la población y los trabajadores de salud en general. Por la necesidad de disminuir el número de infectados y los altos costos para la salud del paciente y la economía del país.

Referencias

[1] (2017). *Plan Nacional de Desarrollo - Toda una vida 2017-2020*. [Online] Available: https://www.gob.ec/regulaciones/plan-nacional-desarrollo-2017-2021-toda-vida#:~:text="El%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo,sino%20que%20todos%20vayamos%20juntos.

[2] W. P. Castelo-Rivas, M. M. Alcívar-Muñoz, H. S. Llambo-Jami, N. G. Carrión-Bósquez, and L. P. Quiñonez-Cedeño, "Influencia de la COVID-19 en el clima laboral de trabajadores de la salud en Ecuador," *Revista Información Científica,* vol. 101, no. 1, pp. 1-11, 2022.

[3] A. Koppmann, V. Cantillano, and C. Alessandri, "Distrés moral y burnout en el personal de salud durante la crisis por COVID-19," *Revista Médica Clínica Las Condes,* vol. 32, no. 1, pp. 75-80, 2021.

[4] Y. Santana González, N. M. Sagaró del Campo, and L. E. Valdés García, "Percepción de riesgo vs Covid-19 en centros hospitalarios de Santiago de Cuba," *Revista Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. 4, pp. 195-206, 2021.

[5] N. Valero, "La bioseguridad y el personal de salud: a propósito de la pandemia de COVID-19," *Enfermería investiga,* vol. 5, no. 3, pp. 1-4, 2020.

[6] D. M. Navarro, "Acciones del personal de salud del área estomatológica en relación a la COVID-19," *Revista Cubana de Estomatología,* vol. 57, no. 1, 2020.

[7] O. m. d. l. Salud, in *World Health Organización*, ed, 2020.

[8] A. Blackman, Ibáñez, A. M., Izquierdo, A., Keefer, P., Moreira, M. M., Schady, N., & Serebrisky, T. , "La política pública frente al COVID-19: Recomendaciones para América Latina y el Caribe ". Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo, 2020.

[9] J. S. e. Silva, "Revista Cubana de Enfermería," in *Reflexiones sobre los riesgos ocupacionales en trabajadores de salud en tiempos pandémicos por COVID-19*, ed, 2020.

[10] J. M. M. Bermúdez, A. J. P. Palacios, G. K. A. Farias, and J. A. T. León, "La contratación pública en el Ecuador, situación actual ante la pandemia de Covid-19," *Universidad y Sociedad,* vol. 12, no. S (1), pp. 217-224, 2020.

[11] I. I. O. Fernández and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2018.

[12] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[13] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[14] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[15] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*. Infinite Study, 2019.

[16] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[17] M. Y. Leyva Vázquez and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[18] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[19] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[20] !!! INVALID CITATION !!!

[21] W. B. Vasantha, I. Kandasamy, and F. Smarandache, "Algebraic Structure of Neutrosophic Duplets in Neutrosophic Rings < Z U I>,< Q U I> and < R U I.>," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, no. 85-95, 2018.

[22] M. L. Vázquez, *MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS*. 2013.

[23] W. B. V. a. F. S. Kandasamy, "Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps," *American Research Press,* 2003.

[24] R. M. Axelrod, "Structure of decision: The cognitive maps of political elites," *Princeton, NJ, Princeton University Press. ,* 1976.

[25] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Infinite Study.* 2005.

[26] M. Leyva-Vázquez, E. Santos-Baquerizo, M. Peña-González, L. Cevallos-Torres, and A. Guijarro-Rodríguez, "The Extended Hierarchical Linguistic Model in Fuzzy Cognitive Maps. in Technologies and Innovation: Second International Conference," Guayaquil, Ecuador, 2016.

[27] R. M. Axelrod. (1976) Structure of decision: The cognitive maps of political elites. *Princeton University Press*.

[28] S. H. S. Al-Subhi, I. P. Pupo, R. G. Vacacela, P. Y. P. Pérez, and M. Y. L. Vázquez, "A New Neutrosophic Cognitive Map with Neutrosophic Sets on Connections, Application in Project Management," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 22, pp. 63-75, 2018.

[29] W. V. Kandasamy and F. Smarandache, *Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists*. Education Publisher Inc, 2013.

[30] W. Stach, *Learning and aggregation of fuzzy cognitive maps-An evolutionary approach*. 2010.

[31] J. L. Salmeron and F. Smarandache, "Redesigning Decision Matrix Method with an indeterminacy-based inference process. Multispace and Multistructure," *Neutrosophic Transdisciplinarity (100 Collected Papers of Sciences),* vol. 4, p. 151, 2010.

[32] R. B. Lara, S. González Espinosa, A. Martín Ravelo, and L. V. M. Y, "Modelo para el análisis estático en grafos difusos basado en indicadores compuestos de centralidad," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 2, pp. 52-65, 2015.

[33] M. Leyva Vázquez and F. Smarandache, "Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre," *Pons, Bruselas. ,* 2018.

[34] F. Smarandache, "Refined literal indeterminacy and the multiplication law of sub-indeterminacies," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 9, pp. 58-63, 2015.

[35] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, p. 1136, 2019.

[36] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[37] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[38] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[39] J. Merigó, *New extensions to the OWA operators and its application in decision making*. 2008.

Recibido: Mayo 26, 2022. **Aceptado:** Junio 16, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Análisis Neutrosófico de los factores que limitan la aplicación del principio de interés superior del niño en Ecuador

Neutrosophical analysis of the factors limiting the application of the principle of the best interest of the child in Ecuador

Rosa Evelyn Chugá Quemac[1], Jaime Rodrigo Cadena Morillo[2], and Marina del Carmen Méndez Cabrita[3]

[1]Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5008-0606
E-mail: ut.rosachuga@uniandes.edu.ec
[2]Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5542-1353
E-mail: ut.jaime.cadena@uniandes.edu.ec
[3]Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8672-3450
E-mail: ut.carmenmendez@uniandes.edu.ec

Resumen. La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. Múltiples son las aplicaciones de esta rama de la ciencia a problemas de la realidad, pues su utilización nos brinda una visión más completa de los problemas planteados, así que resulta útil su aplicación a las ciencias sociales y jurídicas. En la presente investigación se empleará en el análisis los factores que limitan la aplicación del principio del interés superior al niño en relación al apremio por alimentos. Para ello se emplearon métodos teóricos como el método analítico sintético, método inductivo deductivo e histórico lógico. Asó como métodos empíricos como la entrevista y el AHP de Saaty neutrosófico. Se obtuvo como resultado la jerarquización de los factores que limitan la aplicación del principio del interés superior al niño en relación al apremio por alimentos.

Plabras Claves: apremio por alimentos, neutrosofía, Ahp de Saaty neutrosófico

Abstract. Neutrosophy is a new branch of philosophy which studies the origin, nature and scope of neutrality, as well as its interactions with different ideational spectrums. There are many applications of this branch of science to problems of reality, since its use gives us a more complete vision of the problems posed, so its application to the social and legal sciences is useful. In the present research, the factors that limit the application of the principle of the best interest of the child in relation to the maintenance claim will be used in the analysis. Theoretical methods such as the synthetic analytical method, the deductive inductive method and the historical-logical method were used for this purpose. As well as empirical methods such as the interview and the neutrosophic AHP of Saaty. As a result, the hierarchy of the factors that limit the application of the principle of the best interest of the child in relation to the maintenance order was obtained.

Keywords: child support enforcement, neutrosophy, neutrosophic Saaty AHP, neutrosophic Saaty AHP

1 Introducción

La neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales: donde (A) es una idea, proposición, teoría, evento, concepto o entidad; por su parte anti (A) es el opuesto de (A); y (neut-A),lo cual significa que ni (A) ni anti (A), es decir, la neutralidad entre los dos extremos. Etimológicamente neutron-sofía [Francés neutre < Latin neuter, neutral, y griego sophia, conocimiento] significa conocimiento de los pensamiento neutrales y comenzó en 1995 [1].

Esta teoría ha constituído la base para la lógica neutrosófica, los conjuntos neutrosóficos, la probabilidad neutrosófica,la estadística neutrosófica y múltiples aplicaciones prácticas. La neutrosofía ha dado paso a un método de investigación propio al constituir un campo unificado de la lógica para un estudio transdisciplinario que traspasa las fronteras entre las ciencias [2]. Los conjuntos neutrosóficos (NS) son una poderosa herramienta matemática para manejar información incompleta, indeterminada e inconsistente en el mundo real. Son una genera-

lización de la teoría de conjuntos borrosos, conjuntos borrosos intuicionistas y conjuntos borrosos intuicionistas valorados por intervalos.

Los conjuntos neutrosóficos se caracterizan por una función de pertenencia de verdad (t), una función de pertenencia de indeterminación (i) y una función de pertenencia de falsedad (f) de forma independiente, que se encuentran dentro del intervalo unitario real estándar o no estándar [−0, 1+] [3]. Múltiples son las aplicaciones de la neutrosofía a problemas de la realidad, pues su empleo nos brinda una visión más completa de los problemas planteados, así que resulta útil su aplicación a las ciencias sociales y jurídicas. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés) en su extensión neutrosófica, es una técnica que se utiliza para evaluar cuantitativamente varias alternativas a través de criterios y sub-criterios. Estas evaluaciones son emitidas por uno o más expertos, mediante la comparación por pares de la importancia de cada criterio, sub-criterio, entre otros. Este método fue creado por Saaty, donde se utiliza una escala numérica real. Una de las generalizaciones de esta técnica fue mediante el uso de la Neutrosofía [4]. En la presente investigación se utilizará ligado a un tema actual del sistema procesal jurídico en materia de alimentos, el apremio personal.

Aquí se complementa el derecho de alimentos con la figura del apremio personal, pues el estado trata de contrarrestar por medio del apremio personal, el incumplimiento del pago de este derecho, para de esta forma proteger el interés superior del niño, por tanto es importante realizar un análisis jurídico sobre el cumplimiento y la protección de los niños, niñas y adolescentes, garantizando el eficaz cumplimiento del pago de las pensiones alimenticias por parte de los alimentantes. En el Ecuador, la legislación nacional protege el interés superior de los menores, establecido en el Código Orgánico de la Niñez y Adolescencia: el derecho de alimentos de los niños, niñas y adolescentes, como una relación parento-filial que está relacionado con el derecho a la vida, el buen vivir; y, a tener una vida digna con el propósito de que los padres de familia proporcionen a sus hijos los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas[5].

Entonces, tomando como referencia el principio del interés superior del niño, todas las políticas, medidas que conlleven el derecho de alimentos, deben ir en beneficio del niño y que este se cumpla en el menor tiempo posible[6].El derecho de los niños a un nivel de vida adecuado comprende asegurar la salud, el bienestar, alimentación, vivienda, vestuario, asistencia médica, servicios sociales necesarios, e incluye también una mejora continua de las condiciones de existencia. De este modo, el pago de la pensión alimenticia se vincula a la satisfacción de necesidades de salud física y autonomía del niño. Por otro lado, es importante hacer énfasis en que los principales titulares de esta obligación son los padres o las madres que no vivan junto a sus hijos y a falta de estos son sus obligados subsidiarios, ya que necesariamente deberán solventar sus gastos económicos para su desarrollo integral. Garantizar la calidad de vida de los niños y adolescentes es una tarea multilateral, entre el estado, la sociedad y la familia.

Lamentablemente hasta la actualidad, no se está cumpliendo debido a que los obligados principales o subsidiarios incumplen con el pago de prestar alimentos, ya que en el Ecuador muchos de los progenitores se excusan por la falta de trabajo dejando sin contribución económica a sus cargas familiares para su sustento diario. Los privilegios procesales más conocidos del alimentario dicen en relación con los apremios (reales y personales) que se pueden hacer valer judicialmente para incentivar al alimentante a que pague la deuda. Estos apremios operan en una dimensión retrospectiva, ya que parten de la base del incumplimiento de deudor, en relación con los alimentos que se tienen que pagar en ciertas fechas determinadas[7].

El derecho a alimentos es connatural a la relación parento-filial y está relacionado con el derecho a la vida, la supervivencia y una vida digna. Implica la garantía de proporcionar los recursos necesarios para la satisfacción de las necesidades básicas de los alimentarios que incluye una alimentación nutritiva, equilibrada y suficiente; salud integral: prevención, atención médica y provisión de medicinas; educación; cuidado; vestuario adecuado; vivienda segura, higiénica y dotada de los servicios básicos; transporte; cultura, recreación y deportes; rehabilitación y ayudas técnicas si el derechohabiente tuviere alguna discapacidad temporal o definitiva[8].En tanto la o el juzgador dará la orden de apremio personal por el monto adeudado correspondiente a la falta del pago de 2 o más pensiones de alimentos, pues la libertad procederá con el pago íntegro de lo adeudado más los gastos de las diligencias del apremio. Consecuentemente surge el objetivo principal de la ponencia que es analizar los factores que limitan la aplicación del principio del interés superior del niño en relación al apremio por alimentos.

2 Materiales y métodos

2.1 Métodos teóricos

- Método analítico sintético: permite la descomposición del todo en aspectos específicos para entender la estructura; facilitó la observancia para comprender mejor los componentes. En este contexto este método incluye la síntesis o la unión de los elementos dispersos para conformar un componente total.
- Método inductivo deductivo: aporta un razonamiento lógico, parte de premisas específicas para llegar a aspectos generales, y viceversa, hasta llegar a los aspectos particulares.

- Método histórico lógico: se emplean para la construcción de la investigación a partir de los elementos históricos que forman parte del tema a tratar y comprender los elementos esenciales de la misma, así como su evolución histórica.

2.2 Métodos empíricos

- Observación: para comprobar cómo se comporta el fenómeno objeto de la investigación.
- Entrevistas: se aplica a los expertos seleccionados. Se prepararon entrevistas estructuradas dirigidas a la obtención de información sobre la problemática real, para obtener conclusiones válidas y sustentar los resultados.
- Selección de expertos: se comprueban las competencias de los expertos potenciales. Para esto se aplica una encuesta de validación de competencias probada por [9]donde se ejecuta mediante autovaloraciones, en una escala ascendente de 1 hasta 10 el grado de conocimiento que dicho experto potencial posee acerca del tema y su grado de influencia de cada una de las fuentes de argumentación. El procesamiento del formulario se basó en el cálculo del factor de calificación de los expertos a través de la siguiente expresión matemática:

$$K = ((FA + GC)) /= [((SI + EP + IR + FB)) / 4 + GC]/2 \quad (1)$$

Donde:
Si=Su intuición
EP=Experiencia práctica
IR=Investigaciones realizadas por usted
FB=Consulta de fuentes bibliográficas
GC: grado de conocimiento (1-10)

Valor de K	Clasificación
8-10	Alto
5-7	Medio
1-4	Bajo

Tabla 1: Valor de K para la definición de los expertos. Fuente:[10]

AHP Saaty Neutrosófico: para la descripción del método es preciso exponer las siguientes definiciones:

Definición 1: ([11, 12]) El conjunto neutrosófico N se caracteriza por tres funciones de pertenencia, que son la función de pertenencia de verdad T_A, función de indeterminación-pertenencia I_A, y función de pertenencia a la falsedad F_A, donde U es el Universo del Discurso y $\forall x \in U$, $T_A(x)$, $I_A(x)$,$F_A(x) \subseteq]^-0, 1^+[$, y $^-0 \leq \inf T_A(x) + \inf I_A(x) + \inf F_A(x) \leq \sup T_A(x) + \sup I_A(x) + \sup F_A(x) \leq 3^+$.

Nótese que, según la definición, $T_A(x)$, $I_A(x)$ y $F_A(x)$ son subconjuntos reales estándar o no estándar de$]^-0, 1^+[$ y por lo tanto, $T_A(x)$, $I_A(x)$ y $F_A(x)$ pueden ser subintervalos de [0, 1].

Definición 2: ([11, 12]) El conjunto neutrosófico de valor único (SVNS) N sobre U es A = {<x; $T_A(x)$, $I_A(x)$, $F_A(x)$>: $x \in U$}c, donde T_A:U→[0, 1], I_A:U→[0, 1], y F_A:U→[0, 1], $0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$.

El número neutrosófico de valor único (SVNN) es representado por N = (t, i, f), tal que $0 \leq t, i, f \leq 1$ y $0 \leq t + i + f \leq 3$.

Definición 3: [11-14] el número neutrosófico trapezoidal de valor único, $\tilde{a} = \langle (a_1, a_2. a_3, a_4); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$, es un conjunto neutrosófico cuyas funciones de pertenencia de verdad, indeterminación y falsedad se definen como sigue, respectivamente:

$$T_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \alpha_{\tilde{a}}\left(\frac{x-a_1}{a_2-a_1}\right), & a_1 \le x \le a_2 \\ \alpha_{\tilde{a}}, & a_2 \le x \le a_3 \\ \alpha_{\tilde{a}}\left(\frac{a_3-x}{a_3-a_2}\right), & a_3 \le x \le a_4 \\ 0, & \text{de lo contrario} \end{cases} \tag{2}$$

$$I_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{\left(a_2-x+\beta_{\tilde{a}}(x-a_1)\right)}{a_2-a_1}, & a_1 \le x \le a_2 \\ \beta_{\tilde{a}}, & a_2 \le x \le a_3 \\ \frac{\left(x-a_2+\beta_{\tilde{a}}(a_3-x)\right)}{a_3-a_2}, & a_3 \le x \le a_4 \\ 1, & \text{de lo contrario} \end{cases} \tag{3}$$

$$F_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{\left(a_2-x+\gamma_{\tilde{a}}(x-a_1)\right)}{a_2-a_1}, & a_1 \le x \le a_2 \\ \gamma_{\tilde{a}}, & a_2 \le x \le a_3 \\ \frac{\left(x-a_2+\gamma_{\tilde{a}}(a_3-x)\right)}{a_3-a_2}, & a_3 \le x \le a_4 \\ 1, & \text{de lo contrario} \end{cases} \tag{4}$$

Donde $\alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \in [0,1]$, $a_1, a_2, a_3, a_4 \in \mathbb{R}$ y $a_1 \le a_2 \le a_3 \le a_4$.

Definición 4: ([11-14]) dado $\tilde{a} = \langle (a_1, a_2, a_3, a_4); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$ y $\tilde{b} = \langle (b_1, b_2, b_3, b_4); \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{b}} \rangle$ dos números neutrosóficos trapezoidales de un solo valor y λ cualquier número no nulo en la recta real. Entonces, se definen las siguientes operaciones:

1. Adición: $\tilde{a} + \tilde{b} = \langle (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle$
2. Sustracción: $\tilde{a} - \tilde{b} = \langle (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle$ (5)
3. Inversión: $\tilde{a}^{-1} = \langle ({a_4}^{-1}, {a_3}^{-1}, {a_2}^{-1}, {a_1}^{-1}); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$, where $a_1, a_2, a_3, a_4 \neq 0$.
4. Multiplicación por un número escalar:

$$\lambda\tilde{a} = \begin{cases} \langle (\lambda a_1, \lambda a_2, \lambda a_3, \lambda a_4); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle, & \lambda > 0 \\ \langle (\lambda a_4, \lambda a_3, \lambda a_2, \lambda a_1); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle, & \lambda < 0 \end{cases}$$

Definición 3 y 4 referirse al número neutrosófico triangular de un solo valor cuando la condición $a_2 = a_3$, [15-17]. Para simplificar, usamos la escala lingüística de números neutrosóficos triangulares, consulte la Tabla 1 y también compare con la escala definida en [4].

El proceso analítico jerárquico fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [18]. Esta técnica modela el problema que conduce a la formación de una jerarquía representativa del esquema de toma de decisiones asociado. [19, 20]. La formulación del problema de toma de decisiones en una estructura jerárquica es la primera y principal etapa. Esta etapa es donde el tomador de decisiones debe desglosar el problema en sus componentes relevantes. [21], [22, 23]. La jerarquía se construye de modo que los elementos sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos del siguiente nivel. En una jerarquía típica, el nivel más alto ubica el problema de la toma de decisiones. Los elementos que afectan la toma de decisiones están representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los niveles intermedios. En el nivel más bajo se entienden las opciones de decisión. Los niveles de importancia o ponderación de los criterios se estiman mediante comparaciones pareadas entre ellos. Esta comparación se realiza mediante una escala, tal como se expresa en la ecuación (6)[24].

$$S = \left\{\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1,3,5,7,9\right\} \tag{6}$$

Se puede encontrar en [4] la teoría de la técnica AHP en un marco neutrosófico. Por lo tanto, podemos modelar la indeterminación de la toma de decisiones aplicando AHP neutrosófico o NAHP para abreviar. La ecuación 7 contiene una matriz de comparación neutrosófica genérica por pares para NAHP[25, 26].

$$\tilde{A} = \begin{vmatrix} & \vdots & \ddots & \vdots \end{vmatrix} \tag{7}$$

Matriz $\tilde{A}$ debe satisfacer la condición $\tilde{a}_{ji} = \tilde{a}_{ij}^{-1}$, basado en el operador de inversión de Definición 4.

Para convertir números triangulares neutrosóficos en números nítidos, hay dos índices definidos en [4], son los llamados índices de puntuación y precisión, respectivamente, consulte las Ecuaciones 8 y 9[27-30]:

$$S(\tilde{a}) = \frac{1}{8}[a_1 + a_2 + a_3](2 + \alpha_{\tilde{a}} - \beta_{\tilde{a}} - \gamma_{\tilde{a}}) \tag{8}$$

$$A(\tilde{a}) = \frac{1}{8}[a_1 + a_2 + a_3](2 + \alpha_{\tilde{a}} - \beta_{\tilde{a}} + \gamma_{\tilde{a}}) \tag{9}$$

Escala de Saaty	Definición	Escala Triangular Neutrosófica
1	igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle(1,1,1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle(2,3,4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle(4,5,6); 0.80, 0.15, 0.20\rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle(6,7,8); 0.90, 0.10, 0.10\rangle$
9	Absolutamente influyente	$\tilde{9} = \langle(9,9,9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$
2, 4, 6, 8	Valores esporádicos entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle(1,2,3); 0.40, 0.65, 0.60\rangle$ $\tilde{4} = \langle(3,4,5); 0.60, 0.35, 0.40\rangle$ $\tilde{6} = \langle(5,6,7); 0.70, 0.25, 0.30\rangle$ $\tilde{8} = \langle(7,8,9); 0.85, 0.10, 0.15\rangle$

Tabla 2: La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Paso 1 Seleccione un grupo de expertos.

Paso 2 Estructurar la matriz de comparación neutrosófica por pares de factores, subfactores y estrategias, a través de los términos lingüísticos que se muestran en la Tabla 1.

La escala neutrosófica se obtiene según opiniones de expertos.[31]. La matriz de comparación neutrosófica por pares de factores, subfactores y estrategias se describe en la Ecuación 7.

Paso 3 Verificar la consistencia de los juicios de los expertos.

Si la matriz de comparación por pares tiene una relación transitiva, i.e., $a_{ik} = a_{ij}a_{jk}$ for all i,j y k, entonces la matriz de comparación es consistente, enfocándose solo en los valores inferior, mediano y superior del número neutrosófico triangular de la matriz de comparación.

Paso 4 Calcular el peso de los factores de la matriz de comparación neutrosófica por pares, transformándola a una matriz determinista usando las Ecuaciones 10 y 11. Para obtener el puntaje y el grado de precisión de un $\tilde{a}_{ji}$ se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$S(\tilde{a}_{ji}) = {}^{1}\!/_{S(\tilde{a}_{ij})} \tag{10}$$

$$A(\tilde{a}_{ji}) = {}^{1}\!/_{A(\tilde{a}_{ij})} \tag{11}$$

Con compensación por grado de precisión de cada número neutrosófico triangular en la matriz de comparación neutrosófica por pares, derivamos la siguiente matriz determinista:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \tag{12}$$

Determine la clasificación de prioridades, a saber, el vector propio X, a partir de la matriz anterior:

1. Normalice las entradas de la columna dividiendo cada entrada por la suma de la columna.
2. Tome el total de los promedios de las filas.

Tenga en cuenta que el Paso 3 se refiere a considerar el uso del cálculo del Índice de Consistencia (IC) al aplicar esta técnica, que es una función que depende de λ_{max}, el valor propio máximo de la matriz. Saaty establece que la consistencia de las evaluaciones puede determinarse mediante la ecuación $CI = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$[32], donde n es el orden de la matriz. Además, el índice de consistencia (CR) se define por la ecuación CR = CI/RI, donde RI se da en la Tabla 3.

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Tabla 3: RI asociado a cada pedido.

If CR≤0.1 podemos considerar que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto podemos proceder a utilizar NAHP. Aplicamos este procedimiento a la matriz A en la Ecuación 12.

3 Resultados y discusión

3.1 Aplicación de entrevistas

Selección de expertos: para la realización del estudio se escogieron a 11 expertos en el tema tratado, jueces y juristas, los cuales obtuvieron puntuaciones de K entre 8 y 10, lo cual se considera alto[33-35].

Guía de entrevista:

1. Cuáles son los factores que limitan la correcta aplicación del principio de interés superior del niño en Ecuador.
2. Considera efectiva la aplicación del apremio personal como medida para garantizar el pago de pensiones alimenticias
3. Desde su experiencia como jurista es simple la aplicación del principio de interés superior del niño

Procesamiento de la información

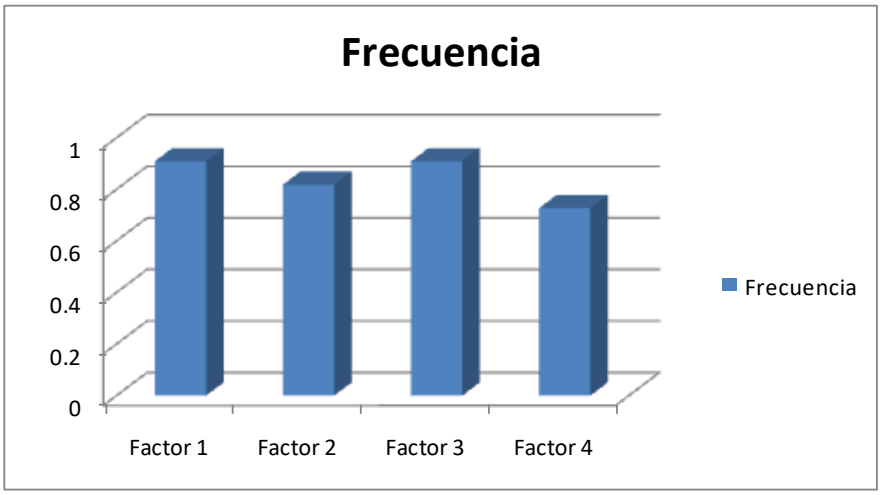


Figura 1: Factores mencionados por los expertos. Fuente: elaboración propia.

Factores identificados que limitan la aplicación del principio de interés superior del niño en el apremio por alimentos:

1. Alta incidencia de familias de tipo disfuncional

2. Insuficientes entidades de protección, desarrollo y entretenimiento infantil que no están al alcance de todos los niños.
3. Ineficacia del apremio en cualquiera de las modalidades como medida efectiva para el pago de las pensiones alimenticias, entendimiento como medida coercitiva para el alimentante que no acarrea el pago de la pensión, si no únicamente el cumplimiento de la medida.
4. Concepto de interés superior del menor jurídicamente indeterminado, de muy difícil definición concreta única y útil, aplicable a todos los casos en presencia.

Aplicación del método AHP de Saaty neutrosófico

Criterios	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Factor 1	1	⟨(1,2,3);0.40,0.65,0.60⟩	⟨(4,5,6);0.80,0.15,0.20⟩	⟨(4,5,6);0.80,0.15,0.20⟩
Factor 2	0.567375887	1	⟨(4,5,6);0.80,0.15,0.20⟩	⟨(4,5,6);0.80,0.15,0.20⟩
Factor 3	0.187132752	0.187132752	1	⟨(1,1,1);0.50,0.50,0.50⟩
Factor 4	0.187132752	0.187132752	1	1
Suma	1.94	1.37	2.00	1.00

Tabla 4: Matriz A de comparación por pares de los criterios. Fuente: elaboración propia

Criterios	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Factor 1	0.5150282	0.5618845	0.4211829	0.4211829
Factor 2	0.2922146	0.3187997	0.4211829	0.4211829
Factor 3	0.0963786	0.0596579	0.0788171	0.0788171
Factor 4	0.0963786	0.0596579	0.0788171	0.0788171

Tabla 5: Matriz normalizada. Fuente: elaboración propia

Criterios	A x Peso	Valores propios aprox	
Factor 1	1.958312	4.081350526	
Factor 2	1.473680	4.055869391	
Factor 3	0.314619	4.012093586	
Factor 4	0.314619	4.012093586	
		4.0403518	Valor propio

Tabla 6: Análisis de la consistencia de la matriz pareada. Fuente: elaboración propia

El análisis de la consistencia del método expuso que su valor propio es de 4.04, IC=0.01 y RC=0.02, por lo que se ratifica que el ejercicio fue correcto. Teniendo en cuenta los resultados de la aplicación del método, se aprecia que el factor de mayor relevancia es la alta incidencia de familias de tipo disfuncional, seguida por las insuficientes entidades de protección, desarrollo y entretenimiento infantil que no están al alcance de todos los niños y en igualdad de relevancia se encuentran la ineficacia del apremio en cualquiera de las modalidades como medida efectiva para el pago de las pensiones alimenticias, entendimiento como medida coercitiva para el alimentante que no acarrea el pago de la pensión, si no únicamente el cumplimiento de la medida así como que el concepto de interés superior del menor jurídicamente indeterminado, de muy difícil definición concreta única y útil, aplicable a todos los casos en presencia[36].

Conclusiones

Con la realización de la investigación se puede concluir que la neutrosofía es una nueva rama de la filosofía la cual estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales, lo cual resulta de utilidad para su aplicación a las ciencias sociales y jurídicas. En el Ecuador, la legislación nacional protege el interés superior de los menores, con el propósito de que los padres de familia proporcionen a sus hijos los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas. No obstante se identificaron a través de entrevistas a expertos seleccionados, factores que limitan la aplicación del interés superior del niño en relación al apremio por alimentos y con la utilización del método AHP de saaty neutrosófico se encontró que el factor de mayor relevancia es la alta incidencia de familias de tipo disfuncional, seguida por las insuficientes entidades de protección, desarrollo y entretenimiento infantil que no están al alcance de todos los niños. y en igualdad de relevancia se encuentran la ineficacia del apremio en cualquiera de las modalidades como medida efectiva para el pago de las pensiones alimenticias, entendimiento como medida coercitiva para el alimentante que no acarrea el pago de la pensión, si no únicamente el cumplimiento de la medida y que el concepto de interés superior del menor jurídicamente indeterminado, de muy difícil definición concreta única y útil, aplicable a todos los casos en presencia.

Referencias

[1] F. Smarandache and M. Leyva-Vázquez. (2019) Fundamentals of neutrosophic logic and sets and their role in artificial intelligence. *Neutrosophic set and Systems*.

[2] M. L. Vázquez, J. Estupiñan, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 14, pp. 01-08, 2020.

[3] R. M. Carballido, H. Paronyan, M. A. Matos, and A. L. S. Molina. (2019) Neutrosofic statistics applied to demonstrate the importance of humanistic and higher education components in students of legal careers. *Neutrosophic set and Systems*.

[4] M. Abdel-Basset, M. Mohamed, and F. Smarandache, "An Extension of Neutrosophic AHP-SWOT Analysis for Strategic Planning and Decision-Making," *Symmetry,* vol. 10, no. 4, p. 116, 2018.

[5] Ecuador Asamblea Nacional CONstituyente, *Código Orgánico de la Niñez y Adolescencia*. Quito: Gobierno de Ecuador, 2017.

[6] J. X. I. Quintana, M. J. Montenegro, and X. C. Oña, "Empleo de Neutrosofía en las concepciones relacionadas con la protección integral del derecho a la vida mediante un modelo de recomendación," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An lnternational Book Series in lnformation Science and Engineering. Volume 4/2018,* p. 53, 2018.

[7] F. I. Estrabao, M. L. Vázquez, S. A. F. Rojas, and R. G. Ortega, "Mapas cognitivos neutrosóficos para el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 15, pp. 11-16, 2021.

[8] J. E. Ricardo, Z. M. M. Rosado, E. K. C. Pataron, and V. Y. V. Vargas, "Measuring legal and socioeconomic effect of the declared debtors usign the ahp technique in a neutrosophic framework," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 44, pp. 357-366, 2021.

[9] G. Norat Estrada, B. M. González Nuñez, M. Valdés Peña, M. Y. Leyva Vázquez, and O. Pérez Peña, "Bases para el diseño de un procedimiento para el control económico de las inversiones con medios propios mediante AHP Saaty-Topsis," presented at the 10ma Conferencia Científica Internacional Universidad de Holguín, Holguín, Cuba, 2021, 2021.

[10] B. M. González Nuñez, O. Pérez Peña, and M. Y. Leyva Vázquez, "Selección de indicadores medioambientales mediante técnicas de decisión multicriterio neutrosóficas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas.,* no. 16, pp. 56-64, 2021.

[11] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, "Value and ambiguity index based ranking method of single-valued trapezoidal neutrosophic numbers and its application to multi-attribute decision making," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 12, pp. 127-138, 2016.

[12] J. Ye, "Trapezoidal neutrosophic set and its application to multiple attribute decision-making," *Neural Computing and Applications,* vol. 26, no. 5, pp. 1157-1166, 2015.

[13] I. Del, "Operators on Single Valued Trapezoidal Neutrosophic Numbers and SVTN-Group Decision Making," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 22, pp. 131-150, 2018.

[14] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, "Distance Measure Based MADM Strategy with Interval Trapezoidal Neutrosophic Numbers," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 19, pp. 40-46, 2018.

[15] M. Abdel-Basset, M. Mohamed, A. N. Hussien, and A. K. Sangaiah, "A novel group decision-making model based on triangular neutrosophic numbers," *Soft Computing,* vol. 22, no. 20, pp. 6629-6643, 2018.

[16] M. Mullai and R. Surya, "Neutrosophic Inventory Backorder Problem Using Triangular Neutrosophic Numbers," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 31, pp. 148-155, 2020.

[17] S. I. Abdel-Aal, M. M. A. Abd-Ellatif, and M. M. Hassan, "Two Ranking Methods of Single Valued Triangular Neutrosophic Numbers to Rank and Evaluate Information Systems Quality," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 19, pp. 132-141, 2018.

[18] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*. RWS Publications, 2014.

[19] A. Arquero, M. Alvarez, and E. Martinez, "Decision Management making by AHP (analytical hierarchy process) trought GIS data," *IEEE Latin America Transactions,* vol. 7, no. 1, pp. 101-106, 2009.

[20] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map," *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017. [Online]. Available: http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/38217/38217-07.pdf.

[21] S. E. López Cuenca, "Análisis de factibilidad y pertinencia del programa de Maestría en Administración de Empresas con mención en Innovación mediante el modelo AHP difuso," Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Comercial., 2017.

[22] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 8, pp. 4-11, 2019.

[23] M. Leyva-Vázquez and F. Smarandache, *Inteligencia Artificial: retos, perspectivas y papel de la Neutrosofía*. Infinite Study, 2018.

[24] W. Ho and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research,* vol. 267, no. 2, pp. 399-414, 2018.

[25] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[26] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, p. 18, 2021.

[27] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[28] M. Y. Leyva Vázquez and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[29] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[30] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[31] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. Leyva Vázquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets & Systems,* vol. 34, 2020.

[32] J. Aczél and T. L. Saaty, "Procedures for Synthesizing Ratio Judgments," *Journal of Mathematical Psychology,* vol. 27, no. 1, pp. 93-102, 1983.

[33] I. I. O. Fernández and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2018.

[34] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[35] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[36] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

Recibido: Mayo 27, 2022. **Aceptado:** Junio 17, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Evaluación de delitos en redes sociales mediante coeficientes de correlación neutrosóficos

Evaluation of crimes in social networks by means of neutrosophic correlation coefficients

Jairo Mauricio Puetate Paucar[1], Lenin Alejandro Cevallos Castillo[2], Diego Fernando Coka Flores [3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2784-0141
E-mail: ut.jairopuetate@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2057-3124
E-mail: dt.leninacc69@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0844-9614
E-mail: ut.diegocoka@uniandes.edu.ec

Resumen. El objetivo de esta investigación es demostrar la utilidad del uso de la lógica neutrosófica en la resolución de problemas reales a través de la evaluación selectiva de los delitos perpetrados en las redes sociales mediante el uso de coeficientes de correlación neutrosófica. Para ello, se realiza un análisis documental que proporciona la información primaria sobre la que realizar el análisis y se utiliza el conocimiento de expertos en la materia. Los coeficientes de correlación aplicados a los números neutrosóficos de valor único se utilizan para obtener un ranking de los delitos con mayor incidencia según los delitos definidos para el estudio. La aplicación del método permitió obtener como resultado la existencia de una mayor influencia global del delito de extorsión sobre los demás delitos analizados. Asimismo, la suplantación de identidad y el phishing constituyeron delitos de gran influencia según los criterios analizados. A través de la aplicación de la neutrosofía, y de los coeficientes de correlación neutrosófica, se pudo analizar un problema de la vida real de gran importancia e impacto a nivel económico y social para la nación.

Palabras clave: coeficiente de correlación neutrosófica, número neutrosófico de valor único, crimen, redes sociales.

Abstract. The purpose of this research is to demonstrate the usefulness of the use of neutrosophic logic in solving real problems through the selective evaluation of crimes perpetrated in social networks through the use of neutrosophic correlation coefficients. For this, a documentary analysis is carried out that provides the primary information on which to carry out the analysis and the knowledge of experts in the area is used. Correlation coefficients applied to neutrosophic numbers of single value are used to obtain a ranking of the crimes with the highest incidence according to crimes defined for the purposes of the study. The application of the method allowed to obtain as a result the existence of a greater global influence of the crime of extortion on the other crimes analyzed. Likewise, identity theft and phishing constituted crimes of great influence according to the criteria analyzed. Through the application of neutrosophy, and neutrosophic correlation coefficients, it was possible to analyze a real-life problem of great importance and impact at the economic and social level for the nation.

Keywords: neutrosophic correlation coefficient, single value neutrosophic number, crime, social networks.

1 Introducción

Los métodos de toma de decisiones de criterios múltiples tienen una consideración importante en la disciplina de las ciencias de la decisión. En los últimos años, la necesidad de considerar simultáneamente los criterios y las alternativas en los problemas de decisión es más vital, especialmente en presencia de conjuntos de datos inciertos. Por lo tanto, los tomadores de decisiones utilizan métodos de evaluación subjetiva para hacer frente a este obstáculo [1].

Para superar la dificultad de la generación de datos inciertos e imprecisos durante la toma de decisiones [2] introdujo la teoría de conjuntos difusos con varios aportes en este campo. Sin embargo, la teoría de conjuntos

difusos no podía abordar todos los posibles tipos de incertidumbre, como la indeterminación y la inconsistencia que existen normalmente en los procesos naturales de toma de decisiones. [3]

La teoría de conjuntos neutrosóficos es un poderoso marco formal que generaliza el concepto de conjunto clásico, conjunto borroso, conjunto borroso con valores de intervalo, conjunto borroso intuicionista, conjunto borroso intuicionista con valores de intervalo y otros [2], [4]. La neutrosofía es una rama de la filosofía iniciada por [5]. Esta teoría estudia el origen, la naturaleza y el alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales [6].

El nacimiento de la neutrosofía genera un nuevo concepto llamado <NeutA> que representa la indeterminación con respecto a <A>. De acuerdo con el autor, este elemento puede resolver ciertos problemas que no pueden ser resueltos por lógica difusa [7]. Diversos problemas de la vida real, como el pronóstico del tiempo, la predicción del precio de las acciones y las elecciones políticas contienen condiciones indeterminadas que la teoría de conjuntos borrosos no maneja bien. Esta teoría se ocupa de situaciones imprecisas y vagas en las que el análisis exacto es difícil o imposible. [8]

Tras los aportes realizados por Smarandache, se han introducido varias nociones para conjuntos neutrosóficos que proporcionan un marco matemático más razonable para tratar con información indeterminada e inconsistente [9]. En tal marco, se propusieron los conceptos de un conjunto neutrosófico de intervalo (INS) y un conjunto neutrosófico de valor único (SVNS). Estos elementos constituyen subclases de los conjuntos neutrosóficos, y proporcionaron los operadores teóricos de conjuntos y varias propiedades de SVNS e INS. Por lo tanto, los SVNS y los INS se pueden aplicar en campos científicos y de ingeniería reales. [10]

Posteriormente, se han presentó el uso de coeficientes de correlación de SVNS basado en la extensión del coeficiente de correlación de conjuntos intuicionistas difusos. Esto demostró que la medida de similitud del coseno de SVNS es un caso especial del coeficiente de correlación de SVNS, y luego se aplicó a números neutrosóficos de valor único aplicados a problemas de toma de decisiones.[11]–[15]

Las redes sociales ofrecen un sinnúmero de ventajas y oportunidades para su uso. Su principal ventaja radica en la comunicación, la publicación de contenidos gratuitos como: fotos, videos, estados, música entre otros. Sin embargo, a pesar de la importancia y el papel que desempeñan estas redes sociales como medios de comunicación y difusión, en muchas ocasiones la libertad de publicar cualquier tipo de contenido (datos) escrito y/o audiovisual, está ocasionando que colisionen la libertad de expresión con el derecho del honor y privacidad consagrados en la Constitución del Estado Ecuatoriano.

El usuario, como actor más vulnerable en este entorno, puede no conocer de los artículos de ley contemplados en el Código Orgánico Integral Penal del Ecuador, publicado el 10 de agosto del año 2014. Esta ley no tipifica explícitamente los delitos cometidos a través de redes sociales, pero, si hacen referencia a delitos relacionados con medios telemáticos. De tal manera, debido a la importancia de las redes sociales para la economía y la sociedad, y teniendo en cuenta el incremento que han tenido los delitos perpetrados relacionados con ellas es coherente la realización de planes y directrices estratégicas para minimizar o eliminar la ocurrencia de tales delitos.

El propósito del presente trabajo, es demostrar la utilidad del empleo de la lógica neutrosófica en la resolución de problemas de tal índole y actualidad. En este sentido, los coeficientes de correlación son una herramienta de gran importancia para juzgar la relación entre dos objetos. Estos coeficientes se han aplicado ampliamente al análisis y clasificación de datos, toma de decisiones, reconocimiento de patrones, etc. [16], [17]. El presente estudio pretende realizar una evaluación selectiva de los delitos perpetrados en redes sociales mediante el uso de coeficientes de correlación neutrosóficos.

En este artículo primero se discuten los aspectos preliminares de la lógica neutrosófica y los SVNS, así como las fórmulas para el análisis de los coeficientes de correlación definido en el dominio de conjuntos neutrosóficos de valor único. Posteriormente se establecen las bases sobre las que realiza el análisis, se presentan los resultados alcanzados y por ultimo las conclusiones derivadas del estudio.

2 Preliminares

Definición 1. [18] Sea X un espacio de puntos (objetos), con un elemento genérico en X denotado por x. Un conjunto neutrosófico A en X se caracteriza por una función de pertenencia de verdad $T_A(x)$, una función de pertenencia de indeterminación $I_A(x)$, y una función de pertenencia de falsedad $F_A(x)$. Las funciones $T_A(x)$, $I_A(x)$ y $F_A(x)$ son subconjuntos reales estándar o no estándar de $]0^-, 1^+[$, es decir, $T_A\,(x): X \rightarrow]0^-, 1^+[\,, I_A\,(x): X \rightarrow]0^-, 1^+[\ and\ F_A\,(x): X \rightarrow]0^-, 1^+[$. No hay restricción en la suma de $T_A\,(x)$, $I_A\,(x)$ y $F_A\,(x)$, por lo que $0^- \leq supT_A(x) + supI_A(x) + supF_A(x) \leq 3^+$. Obviamente, es difícil aplicar el conjunto neutrosófico a problemas prácticos. Por lo tanto, [10] introdujo el concepto de un conjunto neutrosófico de valor único (SVNS), que es una instancia de un conjunto neutrosófico, para ser utilizado en aplicaciones científicas y de ingeniería reales. A continuación, presentamos la definición de SVNS [10].

Definición 2. [10] Sea X un espacio de puntos (objetos) con elementos genéricos en X denotados por x. Un SVNS A en X se caracteriza por una función de pertenencia de verdad $T_A(x)$, una función de pertenencia de indeterminación $I_A(x)$, y una función de pertenencia de falsedad $F_A(x)$ para cada punto x en X, $T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [0,1]$. Por lo tanto, un SVNS A puede ser expresado como $A = \{x, T_A(x), I_A(x), F_A(x) \mid x \in X\}$ Entonces, la suma de $T_A(x)$, $I_A(x)$ y $F_A(x)$, satisfice la condición $0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$.

Definición 3. [10] El complemento de un SVNS A se denota por Ac y se define como $Ac = \{x, F_A(x), 1 - I_A(x), T_A(x) \mid x \in X\}$.

Definición 4. [10] Un SVNS A se encuentra contenido dentro de otro SVNS $B, A \subseteq B$ si y solo si $T_A(x) \leq T_B(x), I_A(x) \geq I_B(x)$, y $F_A(x) \geq F_B(x)$ para cada x en X.

Definición 5. [10] Dos SVNSs A y B son iguales, escrito como A = B, si y solo si $A \subseteq B$ y $B \subseteq A$

2.1 Coeficiente de correlación de SVNSs

Definición 6. [19] Para cualesquiera dos SVNSs A y B en el universo de discurso $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$, el coeficiente de correlación entre dos SVNSs A y B se define como sigue:

$$M(A,B) = \frac{1}{3n}\sum_{i=1}^{n}[\phi_i(1-\Delta T_i) + \varphi_i(1-\Delta I_i) + \psi_i(1-\Delta F_i)] \quad (1)$$

Donde:

$$\phi_i = \frac{3 - \Delta T_i - \Delta T_{max}}{3 - \Delta T_{min} - \Delta T_{max}},$$

$$\varphi_i = \frac{3 - \Delta I_i - \Delta I_{max}}{3 - \Delta I_{min} - \Delta I_{max}},$$

$$\psi_i = \frac{3 - \Delta F_i - \Delta F_{max}}{3 - \Delta F_{min} - \Delta F_{max}},$$

$$\Delta T_i = |T_A(x_i) - T_B(x_i)|,$$

$$\Delta I_i = |I_A(x_i) - I_B(x_i)|,$$

$$\Delta T_i = |T_A(x_i) - T_B(x_i)|,$$

$$\Delta T_{min} = min_i|T_A(x_i) - T_B(x_i)|,$$

$$\Delta I_{min} = min_i|I_A(x_i) - I_B(x_i)|,$$

$$\Delta F_{min} = min_i|F_A(x_i) - F_B(x_i)|,$$

$$\Delta T_{max} = max_i|T_A(x_i) - T_B(x_i)|,$$

$$\Delta I_{max} = max_i|I_A(x_i) - I_B(x_i)|,$$

$$\Delta F_{max} = max_i|F_A(x_i) - F_B(x_i)|,$$

Para todo $xi \in X$ and i = 1, 2, . . ., n

Sin embargo, las diferencias de importancia se consideran en los elementos del universo. Por lo tanto, debemos tener en cuenta el peso del elemento $x_i (i = 1, 2, \ldots, n)$. A continuación, se presenta un coeficiente de correlación ponderado entre los SVNS.

Definición 7. [19] Sea w_i el peso de cada elemento x_i $(i = 1, 2, \ldots, n), w_i \in [0, 1]$, y $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$, entonces tenemos el siguiente coeficiente de correlación ponderado entre los SVNS A y B:

$$M_w(A,B) = \frac{1}{3}\sum_{i=1}^{n} w_i[\phi_i(1-\Delta T_i) + \varphi_i(1-\Delta I_i) + \psi_i(1-\Delta F_i)] \quad (2)$$

2.2 Método de toma de decisiones utilizando el coeficiente de correlación de SVNSs

En el problema de toma de decisiones de atributos múltiples con información neutrosófica de un solo valor, la característica de una alternativa A_i $(i = 1, 2, \ldots, m)$ en un atributo C_j $(j = 1, 2, \ldots, n)$ está representado por el siguiente SVNS: $A_i = \{C_j, T_{Ai}(C_j), I_{Ai}(C_j), F_{Ai}(C_j) | Cj \in C, j = 1, 2, \ldots, n\}$. Donde $T_{Ai}(C_j)$,$I_{Ai}(C_j)$, $F_{Ai}(C_j)) \in [0, 1]$ y $0 \leq T_{Ai}(C_j)$, $I_{Ai}(C_j)$, $F_{Ai}(C_j) \leq 3$ para $Cj \in C, j = 1, 2, \ldots, n$, y $i = 1, 2, \ldots, m$.

Por conveniencia, los valores de las tres funciones $T_{Ai}(C_j)$, $I_{Ai}(C_j)$, $F_{Ai}(C_j)$ se denotan por un valor neutrosófico de un solo valor (SVNV) $d_{ij} = < t_{ij}, i_{ij}, f_{ij} >$ $(i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1, 2, \ldots, n)$, que suele derivarse de la evaluación de una alternativa A_i con respecto a un criterio C_j por parte del experto o decisor. Por lo tanto, podemos obtener una matriz de decisión neutrosófica de un solo valor $D = (d_{ij})_{mxn}$.

En problemas de toma de decisiones de atributos múltiples, el concepto de punto ideal se ha utilizado para ayudar a identificar la mejor alternativa en el conjunto de decisiones. Aunque la alternativa ideal no existe en el mundo real, proporciona una construcción teórica útil contra la cual evaluar las alternativas [20].

En el método de toma de decisiones, un SVNV ideal se puede definir mediante $d_j^* =< t_j^*, i_j^*, f_j^* >=< 1, 0, 0 >$ $(j = 1, 2, \ldots, n)$ en la alternativa ideal A^*. Por tanto, aplicando la Ecuación (2) el coeficiente de correlación ponderado entre una alternativa A_i $(i = 1, 2, \ldots, m)$ y la alternativa ideal A^* viene dado por:

$$M_w(A_i, A^*) = \frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n} w_j\left[\phi_{ij}\left(1 - \Delta t_{ij}\right) + \varphi_{ij}\left(1 - \Delta i_{ij}\right) + \psi_{ij}\left(1 - \Delta f_{ij}\right)\right] \quad (3)$$

Donde:

$$\phi_{ij} = \frac{3 - \Delta t_{ij} - \Delta t_{i\,max}}{3 - \Delta t_{i\,min} - \Delta t_{i\,max}},$$

$$\varphi_i = \frac{3 - \Delta i_{ij} - \Delta i_{i\,max}}{3 - \Delta i_{i\,min} - \Delta i_{i\,max}},$$

$$\psi_i = \frac{3 - \Delta f_{ij} - \Delta f_{i\,max}}{3 - \Delta f_{i\,min} - \Delta f_{i\,max}},$$

$$\Delta t_{ij} = \left|t_{ij} - t_j^*)\right|,$$

$$\Delta i_{ij} = \left|i_{ij} - i_j^*)\right|,$$

$$\Delta f_{ij} = \left|f_{ij} - f_j^*)\right|,$$

$$\Delta t_{i\,min} = min_j\left|t_{ij} - t_j^*\right|,$$

$$\Delta i_{i\,min} = min_j\left|i_{ij} - i_j^*\right|,$$

$$\Delta f_{i\,min} = min_j\left|f_{ij} - f_j^*\right|,$$

$$\Delta t_{i\,max} = max_j\left|t_{ij} - t_j^*\right|,$$

$$\Delta i_{i\,max} = max_j\left|i_{ij} - i_j^*\right|,$$

$$\Delta f_{i\,max} = max_j\left|f_{ij} - f_j^*\right|,$$

para $i = 1, 2, \ldots, m$ y $j = 1, 2, \ldots, n$. Mediante el coeficiente de correlación $M_w(A_i, A^*)$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$, podemos obtener el orden de clasificación de todas las alternativas y la(s) mejor(es).

2.3 Materiales y métodos

Para el desarrollo del estudio se realizó una revisión bibliográfica a datos estadísticos, médicos, penales, y económicos relacionados con los delitos asociados a las redes sociales. Se ejecutó un análisis específico relacionado con la incidencia en la ciudad Tulcán teniendo en cuenta la información recolectada en un periodo de 3 años. La búsqueda se hizo consultando bases de datos facilitadas por los especialistas y funcionarios de las áreas afines.

Los delitos relacionados con las redes sociales obtenidos tras el análisis, fueron listados y sometidos a revisión por parte del equipo de trabajo. La Tabla 1 muestra un resumen de los principales elementos detectados.

Delitos detectados	Descripción
Grooming	El *Grooming* es la acción deliberada de un adulto, varón o mujer, de acosar sexualmente a una niña, niño o adolescente a través de un medio digital que permita la interacción entre dos o más personas, como por ejemplo redes sociales, correo electrónico, mensajes de texto, sitios de chat o juegos en línea. Esta práctica tiene diferentes niveles de interacción y peligro: desde hablar de sexo y conseguir material íntimo, hasta llegar a mantener un encuentro sexual.
Phishing	Phishing es el delito de engañar a las personas para que compartan información confidencial como contraseñas y números de tarjetas de crédito. Como ocurre en la pesca, existe más de una forma de atrapar a una víctima. El *phishing* típicamente describe las técnicas de ingeniería social que usan los hackers para robar información personal o corporativa a través del correo electrónico. Los ataques de phishing son más efectivos cuando los usuarios no se dan cuenta de lo que está sucediendo.
Robo de identidad	El robo de la identidad digital, tanto en Internet como en redes sociales, se produce o bien suplantando la identidad digital de un usuario de Internet y redes sociales, o robando sus claves y contraseñas para acceso a las mismas, con fines generalmente, delictivos, siendo delito en sí mismo el robo o la suplantación de la identidad en Internet.
Difusión de malware	El cibercrimen dirigido a las computadoras suele implicar virus y otros tipos de **malware**. Los cibercriminales pueden infectar computadoras con virus y **malware** para dañar dispositivos o hace que dejen de funcionar. También pueden utilizar **malware** para eliminar o robar datos.
Happy slapping	El *happy slapping* consiste en la grabación de una agresión física, verbal o sexual y su difusión online mediante las tecnologías digitales (páginas, blogs, chats, redes sociales, etc.). Lo más común es que esta violencia se difunda por alguna red social y, en ocasiones, puede hacerse viral
Extorsiones	El delito de extorsión se ha convertido en uno de los más recurrentes en las redes sociales (Facebook, Twitter, Instagram), y se materializa cuando una persona obliga a otra a hacer, dar, dejar de hacer o tolerar algo, obteniendo un lucro económico y ocasionando un detrimento patrimonial a la persona obligada.

Tabla 1: Delitos obtenidos tras la revisión bibliográfica efectuada. Descripción de las principales características. Fuente: Elaboración propia

Para realizar el análisis de los delitos detectados y determinar aquellos de mayor impacto general se seleccionan tres criterios de evaluación. Como primer criterio se selecciona la frecuencia promedio anual (C_1) obtenida durante el periodo analizado. De esta manera se espera obtener una medida estadística dentro del análisis realizado, considerándose que a mayor frecuencia de ocurrencia se obtiene un mayor impacto sobre os individuos y la sociedad.

El segundo criterio a analizar se centra en el impacto personal de las víctimas del delito (C_2). Es bien conocido que atravesar por situaciones estresantes pueden tener un impacto físico, mental, familiar e incluso laboral sobre las personas. En este sentido, la evaluación del impacto personal se basa en reportes de casos, reportes médicos y psicológicos obtenidos durante la fase de revisión documental efectuada.

Finalmente, se considera la incidencia social (C_3) de cada uno de los delitos analizados. Para tales fines se tiene en cuenta el impacto sobre colectivos, organismos, organizaciones, y otros entes de la sociedad y el estado. De manera que es importante considerar las afectaciones económicas causadas desde todos los aspectos, tanto directa como indirectamente, así como el peso del prejuicio ocasionado a terceros.

Para la evaluación de los delitos con respecto a los criterios seleccionados se solicita a los expertos que completen un pequeño formulario en el que se debe incluir una evaluación lo más precisa posible al respecto. Asimismo, se les pide que efectúen una ponderación de importancia para cada uno de los criterios con respecto al resto. Para ello, las evaluaciones a otorgar deben especificar en qué medida el experto considera que la alternativa Ai es buena (T_x), mala (F_x) o no está del todo seguro (I_x) con respecto al criterio C_j. se considera que los criterios evaluados poseen el mismo peso w_j=0,33.

3 Resultados

Para realizar el análisis descrito, se considera la media aritmética de las evaluaciones realizadas por los expertos. Los resultados obtenidos de las evaluaciones, permiten la obtención de una matriz de decisión D resultante y

que se muestra a continuación.

$$D = \begin{bmatrix} \langle 0.4;\ 0.2;\ 0.2\rangle & \langle 0.4;\ 0.2;\ 0.3\rangle & \langle 0.1;\ 0.2;\ 0.5\rangle \\ \langle 0.1;\ 0.2;\ 0.5\rangle & \langle 0.7;\ 0.1;\ 0.2\rangle & \langle 0.6;\ 0.2;\ 0.3\rangle \\ \langle 0.4;\ 0.3;\ 0.2\rangle & \langle 0.5;\ 0.2;\ 0.3\rangle & \langle 0.6;\ 0.1;\ 0.2\rangle \\ \langle 0.7;\ 0.1;\ 0.1\rangle & \langle 0.1;\ 0.2;\ 0.5\rangle & \langle 0.4;\ 0.2;\ 0.2\rangle \\ \langle 0.2;\ 0.3;\ 0.5\rangle & \langle 0.6;\ 0.1;\ 0.2\rangle & \langle 0.3;\ 0.2;\ 0.3\rangle \\ \langle 0.6;\ 0.1;\ 0.2\rangle & \langle 0.5;\ 0.2;\ 0.3\rangle & \langle 0.6;\ 0.1;\ 0.2\rangle \end{bmatrix}$$

De acuerdo con lo descrito para el desarrollo del método y la obtención de los resultados, se determinan los valores de los operadores φ, μ y ψ para la obtención de los coeficientes de correlación, para llevar a término el método. Las Tablas 2 y 3 muestran los resultados de tales operaciones.

	Grooming	Phishing	Robo de identidad	Difusión de malware	Happy slapping	Extorsiones
ΔTmin	0.6	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
ΔImin	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
ΔFmin	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ΔTmax	0.9	0.9	0.6	0.9	0.8	0.5
ΔImax	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.3
ΔFmax	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2

Tabla 2: Valores mínimos y máximos de variación en las funciones de pertenencia a la verdad, falsedad e indeterminación. Fuente: Elaboración propia

Delitos	**φ_1**	**φ_2**	**φ_3**	**μ_1**	**μ_2**	**μ_3**	**ψ_1**	**ψ_2**	**ψ_3**
Grooming	1	1	0.8	1	0.96	0.87	1	1	1
Phishing	0.67	1	0.94	0.87	1	0.96	0.96	1	1
Robo de identidad	0.9	0.95	1	1	0.96	1	0.92	0.96	1
Difusión de malware	1	0.67	0.83	1	0.83	0.96	1	0.96	1
Happy slapping	0.78	1	0.83	0.87	1	0.96	0.92	1	1
Extorsiones	1	0.95	1	1	0.96	1	1	0.96	1

Tabla 3: Valores de φ, μ y ψ para cada alternativa de selección. Fuente: Elaboración propia

De esta manera, mediante el uso de la ecuación (3) se obtienen los valores de los coeficientes de correlación $M_w(A_i, A^*)$. La Tabla 4 muestra los valores obtenidos y su ranquin de acuerdo a ello.

Delitos analizados	**Coeficiente M**
Extorsiones	0.72
Robo de identidad	0.67
Phishing	0.63

Difusión de malware	0.62
Happy slapping	0.58
Grooming	0.58

Tabla 4: Coeficientes de correlación ponderados. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis realizado, se puede observar que, de acuerdo al criterio de los expertos, y de acuerdo a los criterios analizados, el delito que tiene una mayor incidencia o impacto en la ciudad de Tulcán durante el periodo analizado ha sido el delito de extorsión. En un orden cercano a ello, pero por debajo del delito de extorsión, se observa la alta incidencia del robo de identidad seguido del delito de phishing y difusión de malware.

A los efectos del análisis realizado y de los objetivos del presente estudio, se puede considerar la orientación de acciones preventivas y formativas al público en general, iniciando con el delito de extorsión en redes sociales. Posteriormente se pueden extender ciertas directrices o estrategias hacia el robo de identidad, phishing y difusión de malware. aunque el resto de los delitos tuvieron un menor índice de acuerdo al método empleado, es importante reconocer que su vigencia en la ciudad tuvo la relevancia suficiente para ser incluida dentro de este estudio, por lo que las acciones planificadas para el resto de los delitos deben ser extensivas en alguna medida hacia estos también.

Conclusiones

La neutrosofía es una herramienta valiosa que permite considerar las indeterminaciones en el proceso de toma de decisiones. De esta manera se garantiza que la resolución de problemas de la vida real cuente con los elementos imprecisos propios del proceso de toma de decisiones complejas. Mediante el desarrollo del presente estudio se realizó la selección de los principales delitos asociados a redes sociales en la provincia Tulcán mediante el uso de coeficientes de correlación neutrosóficos. La aplicación del método permitió obtener como resultado la existencia de una mayor influencia global del delito de extorsión sobre los demás delitos analizados. Asimismo, el robo de identidad y el phishing constituyeron delitos de gran influencia de acuerdo a los criterios analizados. Mediante la aplicación de la neutrosofía, y los coeficientes de correlación neutrosóficos, se pudo analizar un problema de la vida real de gran importancia e impacto a nivel económico- social para la nación.

Referencias

[1] M. Y. L. Vázquez, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS, .," (Tesis de Doctorado) Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013.

[2] L. Zadeh, G. Klir, and B. Yuan, *Conjuntos difusos, lógica difusa y sistemas difusos: artículos seleccionados*, Vol. 6. World Scientific, 1996.

[3] F. Smarandache, "Conjunto plitogenico, una extension de los conjuntos crisp, difusos, conjuntos difusos intuicionistas y neutrosoficos revisitado," *Neutrosophic Comput. Mach. Learn.*, vol. 3, pp. 1–18, 2018.

[4] V. Vega Falcón, "Aplicación de la Matemática difusa al calculo del umbral de rentabilidad," *Rev. Costos y Gestión*, vol. 28, pp. 1–14, 1998.

[5] F. Smarandache, "Neutrosophic set – A generalization of the intuitionistic fuzzy set," *Neutrosophic Probab. set, Log.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 1995.

[6] M. L. Vázquez and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre.* Bruselas: Pons, 2018.

[7] A. Y. B. López, "Empleo de la Neutrosofia para la gestión de riesgo y su impacto en la generación de la actitud de la prevención de desastres," *Rev. Asoc. Latinoam. Ciencias Neutrosóficas*, vol. 7, no. 3, pp. 44–56, 2019.

[8] M. Y. L. Vázquez and F. F. Smarandache, "Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones Basado en Mapas cognitivos Neutrosóficos para Instituciones que atienden a Embarazos con Alto Riesgo por Enfermedades Cardiovasculares," *Rev. Cuba. Ciencias Informáticas*, vol. 13, pp. 16–29, 2019.

[9] L. J. M. Chalacán, A. Z. Paredes, and L. O. A. Zambrano, "Manejos de numeros neutrosoficos basados en el consenso para la elección de servicios de computación en la nube," *Investig. Operacional*, vol. 41, no. 5, pp. 741–751, 2020.

[10] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Rev. Air Force Acad.*, vol. 17, no. 1, pp. 10–14, 2010.

[11] M. Leyva-Vázquez and F. Smarandache, "Inteligencia Artificial: retos, perspectivas y papel de la Neutrosofía," [Online]. Available: http://www.researchgate.net/publication/333559220_Inteligencia_Artificial_retos_perspectivas_y_papel_de_la_Neutrosofia LK - link%7Chttp://www.researchgate.net/publication/333559220_Inteligencia_Artificial_retos_perspectivas_y_papel_de

_la_Neutrosofia SRC.

[12] L. M. Chávez, O. F. S. Montoya, and D. V. G. Mayorga, "DEMATEL NEUTROSÓFICO APLICADO AL ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPROMISO EXTRACONTRACTUAL DEL ESTADO ECUATORIANO. Infinite Study.," *Investig. OPERACIONAL*, vol. 41, no. 5, pp. 622–628, 2020.

[13] M. L. M. Hidalgo, J. E. Valladares, M. L. F. Coronado, J. R. R. Ruiz, and E. C. S. Chura, "Enfoque comunicativo y la evaluación formativa en la asignatura de inglés y de los estudiantes universitarios," *Univ. y Soc.*, vol. 14, no. S2, pp. 144–152, 2022.

[14] A. A. R. Recalde, L. A. C. Hurtado, E. K. C. Pataron, and G. K. A. Farias, "Método para el control de choferes de la Cooperativa de Taxis en Babahoyo mediante el reconocimiento facial, con el empleo de números nesutrosóficos de valor.," *Neutrosophic Comput. Mach. Learn.*, vol. 11, pp. 59–66, 2020.

[15] P. J. Menéndez Vera, C. F. Menéndez Delgado, M. P. Gónzalez, and M. L. Vázquez, "Las habilidades del marketing como determinantes que sustentaran la competitividad de la Industria del arroz en el cantón Yaguachi. Aplicación de los números SVN a la priorización de estrategias.," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 13, 2016.

[16] E. Szmidt and J. Kacprzyk, "Correlation of intuitionistic fuzzy sets," in *International conference on information processing and management of uncertainty in knowledge-based systems*, 2010, pp. 169–177.

[17] J. Ye, "Multicriteria fuzzy decision-making method using entropy weights-based correlation coefficients of interval-valued intuitionistic fuzzy sets," *Appl. Math. Model.*, vol. 34, no. 12, pp. 3864–3870, 2010.

[18] F. Smarandache, *A unifying field in logics: neutrosophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability: neutrsophic logic. Neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic probability.* American Research Press, 2005.

[19] J. Ye, "Improved correlation coefficients of single valued neutrosophic sets and interval neutrosophic sets for multiple attribute decision making," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 27, no. 5, pp. 2453–2462, 2014.

[20] J. Ye, "Multicriteria decision-making method using the correlation coefficient under single-valued neutrosophic environment," *Int. J. Gen. Syst.*, vol. 42, no. 4, pp. 386–394, 2013.

Recibido: Mayo 28, 2022. **Aceptado:** Junio 18, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Análisis Neutrosófico sobre Vulneración del Derecho de la Mujer Embarazada Trabajadora y la Tutela Judicial

Neutrosophical Analysis of the Infringement of the Rights of Pregnant Working Women and the Right to Judicial Protection

Janneth Ximena Iglesias Quintana [1], Lola Ximena Cangas Oña [2], and José Milton Jiménez Montenegro [3]

[1.] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7861-4676
E-mail: ur.jannetiglesias@uniandes.edu.ec
[2.] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5599-8689
E-mail: ur.lolacangas@uniandes.edu.ec.
[3.] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2395-9663
E-mail: ur.josejimenez@uniandes.edu.ec

Resumen. La investigación realizada, respecto a los derechos de las mujeres trabajadoras embarazadas, es fundamental en estos tiempos. A nivel mundial existen estudios sobre las condiciones y necesidades de las mujeres que trabajan por necesidad o en muchos casos, para desarrollarse como profesional. En el presente estudio se identifica que la ley no da una respuesta total a las mujeres que se encuentran en esta condición, por esta razón el estudio consiste en determinar los factores que afectan la protección judicial en cuanto a los despidos intempestivos de las mujeres embarazadas y los efectos de la protección de la ley. Se obtuvo como método la estadística neutrosófica, la cual dio un panorama de la situación jurídica de la mujer trabajadora en estado de embarazo, además se realizó una propuesta de solución con el análisis como resultado de proponer una reforma al artículo 195 del Código de Trabajo.

Palabras clave: mujer trabajadora, protección judicial, despidos intempestivos, mujer embarazada

Abstract. The investigation carried out, with respect to the rights of working women who are pregnant, is essential in these times. Worldwide there are studies on the conditions and needs of women who work out of necessity or in many cases, to develop as a professional. In the present study it is identified that the law does not give a total response to women who are in this condition, for this reason the study is to determine the factors that affect judicial protection in terms of untimely dismissals of pregnant women and the effects of protection of the law. Neutrosophic statistics were obtained as a method, which gave an overview of the legal status of working women in a state of pregnancy, in addition, a solution proposal was made with the analysis as a result of proposing a reform to artículo 195 of the Labor Code.

Keywords: working women, judicial protection, untimely dismissals, pregnant women

1 Introducción

Dentro de los derechos humanos en el Ecuador, es necesario realizar investigaciones y que se analicen los derechos de la salud reproductiva de las mujeres. El derecho a la vida es fundamental y para ello el estado debe prever que las mujeres tengan sus derechos garantizados y uno de ellos es el derecho al trabajo. En nuestra legislación se encuentra estipulado en la norma constitucional y las leyes establecidas para ello. A nivel internacional es necesario analizar los tratados y convenios determinados en la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud [1]. Existe un sin número de normativas internacionales que protegen estos derechos y que son fundamentales para los seres humanos.

La protección de la maternidad en el trabajo, siempre se ha tenido en cuenta. Se han considerado algunos derechos como, la protección a la vida del producto de su fecundación, la protección en el trabajo y dentro de este la licencia de maternidad. Se institucionalizó a nivel internacional la licencia de maternidad con el solo hecho de presentar un certificado médico en el que indique la fecha presunta del parto y una duración por lo menos de 12 semanas.

Los derechos de la mujer embarazada a nivel mundial se han desarrollado e implementado de a poco. Con el desarrollo de los derechos sociales y humanos incrementados por la legislación internacional se puede indicar

desde el origen de los derechos humanos en general, van de la mano con la justicia, que tiene que ser protectora de estos derechos y que han sido conseguidos en forma cronológica. Se han incorporado día a día con el avance de la sociedad de derechos y justicia social.

La tutela judicial efectiva, menciona que es un derecho primordial de las personas a socorrer al órgano jurisdiccional del Estado. Con el propósito de que el mismo órgano de justicia ponga un resultado eficiente sobre el fondo de dicho argumento, que reúna todos los elementos necesarios constitucionales y que actúe de forma legal en el caso planteado. La tutela judicial efectiva se la hace eficiente a través de un proceso, al reunir las condiciones que solicita la ley, que sea un proceso justo y que en cuanto a la resolución que sea dictada, asegure una buena eficacia y lleve a una ejecución instantánea.

Dicha resolución que no quede solo en palabras, sino que se cumpla bajo la esencia que le forma, enfocado en un proceso justo, igualitario y equitativo, con el debido derecho que se tiene en cuanto a la defensa que se debe realizar. Esta sentencia debe ser motivada, con observaciones de acuerdo al tema y en base a la normativa jurídica aplicable, se aclara que sin la ejecución de esta resolución no se garantiza el derecho a una efectividad de la tutela judicial efectiva.

En cuanto al estudio del artículo 75 de la Constitución de la República del Ecuador, manifiesta que, las personas tienen derecho al acceso gratuito a la justicia, a la tutela judicial efectiva, imparcial y exenta de sus derechos e intereses, de la misma manera deben sujetarse a los principios de: inmediación y celeridad. La tutela efectiva es el derecho al libre acceso a los jueces y tribunales de justicia, competentes de cada lugar, obtener un fallo, y que el mismo acate con las necesidades pertinentes fin de que a la persona afectada se le devuelva su derecho y/o compensación en el caso de algún daño sufrido.

Es de interés analizar desde varios puntos de vista los derechos que tienen las mujeres trabajadoras que se embarazan, embarazo que puede tener algunas connotaciones laborares. Según el artículo 195.2 del Código de Trabajo, habla sobre el despido intempestivo y la declaratoria de ineficaz, en este sentido se debe razonar sobre el corto plazo que se ha establecido para que las mujeres embarazadas puedan proponer ante el juez la declaratoria de despido ineficaz. El plazo de 30 días es muy corto e insuficiente para que la mujer embarazada pueda hacer valer sus derechos sobre este particular.

Es indudable que el plazo máximo de treinta días establecido en el artículo 195.2 del Código del Trabajo, constituye un plazo fatal y efímero para que la mujer embarazada pueda iniciar una acción de despido ineficaz, más aún si se encuentre con un embarazo de alto riesgo. Al encontrarse con un embarazo de alto riesgo, en los primeros meses del embarazo lo más común es que los médicos prescriban reposo absoluto, es decir que la mujer embarazada no puede acercarse donde algún profesional del derecho de su confianza o ante un defensor público para presentar la respectiva demanda.

Si bien es cierto se puede conferir una procuración judicial a favor de un profesional del derecho con el objeto de que le represente en juicio [2]. No es menos cierto que para conferir esta procuración judicial es necesario acercarse a una notaría o ante un juez competente y para esto se requiere la presencia de la mujer embarazada y así poner en peligro la vida del niño que está por nacer quien está protegido por la Constitución, Tratados Internacionales y el Código de la Niñez y Adolescencia.

La iniciativa de reforma, proviene de las necesidades ciudadanas, por lo que le corresponde al Poder Legislativo analizar el mecanismo por el cual se debe tramitar la propuesta de reforma al texto del artículo 195.2 de Código de Trabajo, la competencia de la Corte Constitucional se ajusta a la calificación del procedimiento, la misma que debe ser tramitada de acuerdo a lo previsto en el capítulo tercero, titulo noveno de la Constitución de la República de acuerdo a lo establecido en el artículo 436 bis ídem [3].

- Artículo 1 de la Constitución manifiesta que el Ecuador es un Estado Constitucional de derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico.
- Artículo 11, numeral 3, los derechos y garantías establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales de derechos humanos serán de directa e inmediata aplicación por y ante cualquier servidora o servidor público, administrativo o judicial, de oficio o a petición de parte. Para el ejercicio de los derechos y las garantías constitucionales no se exigirán condiciones o requisitos que no estén establecidos en la Constitución o la ley. Los derechos serán plenamente justiciables. No podrá alegarse falta de norma jurídica para justificar su violación o desconocimiento, para desechar la acción por esos hechos ni para negar su reconocimiento.
- Que el artículo 11, numeral 6. Todos los principios y los derechos son inalienables, irrenunciables, indivisibles, interdependientes y de igual jerarquía.
- Que el artículo 43 de la Constitución, sección cuarta, habla sobre las mujeres embarazadas como grupo de atención prioritaria. El Estado garantizará a las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia los derechos a:
- Que el artículo 33 de la Constitución, sección octava, manifiesta E trabajo y seguridad social. El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y

base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado.

- Que la Constitución de la República indica en su artículo 75 sobre la Tutela Judicial Efectiva con sujeción a los principios de inmediación y celeridad. El incumplimiento de las resoluciones judiciales será sancionado por la ley.

En uso de sus atribuciones constitucionales y legales aprueba la siguiente. Por lo que dicha disposición legal según lo que establece el artículo 195.2. sobre la declaratoria del despido ineficaz que se da, una vez producido el despido, la persona trabajadora afectada deberá deducir su acción ante la Jueza o el Juez del Trabajo de la jurisdicción correspondiente al lugar donde este se produjo, en el plazo máximo de treinta días [4]. Si se demostrare mediante certificado médico respectivo que el embarazo es de alto riesgo, los plazos de treinta días se contabilizarán a partir del día siguiente al que se llevó a efecto el alumbramiento, salvo se demostrare mediante certificado la estabilidad de salud de la madre.

Hasta el momento que dure el proceso, la mujer trabajadora podrá seguir su labor y también puede aceptar y recibir las remuneraciones establecidas para este efecto. Por otra parte cuando a la mujer se le ha identificado en alto riesgo su embarazo, aparte de ser desvinculada de su área laboral, debe lidiar con su problema de salud y problemas económicos. No tiene fuente de ingreso, aún más, si decide aceptar la indemnización, le quedaría aún por cobrar lo correspondiente a las vacaciones, décimo tercera remuneración, décimo cuarta remuneración, horas suplementarias y extraordinarias, jornada nocturna.

Ante esta problemática, se debe hacer referencia a lo que manifiesta el artículo 635 del código de trabajo, sobre la prescripción de las acciones provenientes de actos y contratos, que prescriben en tres años. Tiempo necesario en el que puede el trabajador reclamar sus derechos, sin embargo se debe considerar la situación de las mujeres embarazadas más aún cuando sufran de un embarazo de alto riesgo. La Constitución detalla que son un grupo vulnerable y de atención prioritaria. Aquellos que no pueden alzar su voz y expresar sus múltiples problemas, pues estos grupos prioritarios como: niños, adolescentes, mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con discapacidad. Ellos deben contar con un futuro donde gocen de derechos y oportunidades, especialmente ahora que las leyes son cambiantes y tienden a llenar vacíos legales, o problemas de gobiernos con la sociedad.

Esta problemática lleva a la mujer embarazada a entrar en una situación de preocupación por el hecho de que necesita el trabajo, necesita solventar sus medicinas por su embarazo de alto riesgo. Puede incurrir en la necesidad económica, apoyo familiar que le ayude con el cuidado de su condición de salud, para poder recurrir a la justicia y al reclamo de sus derechos [5]. En este sentido es necesario incurrir y analizar las consecuencias jurídicas y sociales que caracterizan el plazo para presentar la acción de despido ineficaz. Sus derechos, principios y garantías que el Estado como garantista de derecho y justicia se enfoca en la necesidad de resolver, se encuentran vulnerados y no permiten que pueda desarrollar su derecho de forma integral, además de no tener los conocimientos necesarios[6].

El problema identificado en la investigación es la nula aplicación de la tutela efectiva en el derecho que tiene la trabajadora cualquiera que sea su forma de trabajo, cuando se embaraza. Pues no solamente se violenta el derecho humano a que su embarazo se desarrolle con normalidad, sino además que se queda sin trabajo al momento que el empleador se entera que su trabajadora está embarazada.

El método basa su funcionamiento a partir de un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre. Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados en un ambiente neutrosófico. La figura 1 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

Figura 1: Representación del método. Elaboración propia.

2 Métodos

La Estadística Neutrosófica fue fundada por Florentin Smarandache quien la desarrolló en 2014 al introducir la Estadística Descriptiva Neutrosófica (NDS). Las probabilidades y estadísticas neutrosóficas son una generalización de las probabilidades y estadísticas clásicas e imprecisas[7, 8]. La Probabilidad Neutrosófica de un evento E es la probabilidad de que ocurra el evento E, la probabilidad de que el evento E no ocurra y la probabilidad de indeterminación (no saber si el evento E ocurre o no). En probabilidad clásica nsup≤1, mientras que en la probabilidad neutrosófica nsup≤3+ [9, 10]. La función que modela la probabilidad neutrosófica de una variable aleatoria x se denomina distribución neutrosófica: $NP(x) = (T(x), I(x), F(x))$.

Donde T(x) representa la probabilidad de que el valor x se produce, F (x) representa la probabilidad de que el valor x no ocurra, e I (x) representa la probabilidad indeterminada o desconocida del valor x. La Estadística Neutrosófica es el análisis de los eventos neutrosóficos y se ocupa de los números neutrosóficos, la distribución de probabilidad neutrosófica [11], la estimación neutrosófica, la regresión neutrosófica, etc. Se refiere a un conjunto de datos, el cual está formado total o parcialmente por datos con algún grado de indeterminación y a los métodos para analizarlos. Los métodos estadísticos neutrosóficos permiten interpretar y organizar los datos neutrosóficos (datos que pueden ser ambiguos, vagos, imprecisos, incompletos o incluso, desconocidos) para revelar los patrones subyacentes [12-14].

Mientras que la Estadística Clásica se ocupa de los datos determinados y de los métodos de inferencia determinados, la Estadística Neutrosófica se ocupa de los datos indeterminados, es decir, de los datos que tienen algún grado de indeterminación (poco claros, vagos, parcialmente desconocidos, contradictorios, incompletos, etc.), y de los métodos de inferencia indeterminados que contienen también grados de indeterminación (por ejemplo, en lugar de argumentos y valores nítidos para las distribuciones de probabilidad, gráficos, diagramas, algoritmos, funciones, etc. se pueden tener argumentos y valores inexactos o ambiguos)[15-17].

La Estadística Neutrosófica es también una generalización de la Estadística de Intervalos, debido, entre otras cosas, a que mientras la Estadística de Intervalos se basa en el Análisis de Intervalos, la Estadística Neutrosófica se basa en el Análisis de Conjuntos (al entender por tales todas tipas de conjuntos, no sólo los intervalos) [18-20].

Si todos los datos y métodos de inferencia son determinados, entonces la Estadística Neutrosófica coincide con la Estadística Clásica. Como en nuestro mundo se tienen más datos indeterminados que determinados, se necesitan más procedimientos estadísticos neutrosóficos que clásicos [19-21]

En fin, la Lógica Neutrosófica [22], los Conjuntos neutrosóficos y las Probabilidades y Estadísticas neutrosóficas tienen una amplia aplicación en diversos campos investigativos y constituye un novedoso referente de estudio en pleno desarrollo. La Estadística Descriptiva Neutrosófica comprende todas las técnicas para resumir y describir las características de los datos numéricos neutrosóficos [23].

Los Números Neutrosóficos son números de la forma donde a y b son números reales o complejos, mientras que "I" es la parte de indeterminación del número neutrosófico N. El estudio de la estadística neutrosófica refiere a una variable aleatoria neutrosófica donde X_l y $X_u I_N$ representa el nivel inferior y superior correspondientemente que puede alcanzar la variable estudiada, en un intervalo indeterminado $[I_l, I_u]$. Al seguir la media neutrosófica de la variable $(\bar{x}_N)$ se formula que:

$$X_N = X_l + X_u I_N;\ I_N \in [I_l, I_u] \tag{1}$$

$$\text{Donde, } \bar{x}_a = \frac{1}{n_N}\sum_{i=1}^{n_N} X_{il},\quad \bar{x}_b = \frac{1}{n_N}\sum_{i=1}^{n_N} X_{iu},\ n_N \in [n_l, n_u], \tag{2}$$

Es una muestra aleatoria neutrosófica. No obstante, para el cálculo de cuadros neutros (NNS) puede calcularse como sigue

$$\sum_{i=1}^{n} N(X_i - \bar{X}_{iN})^2 = \sum_{i=1}^{n} N \begin{bmatrix} \min\begin{pmatrix} (a_i + b_i I_L)(\bar{a} + \bar{b} I_L), (a_i + b_i I_L)(\bar{a} + \bar{b} I_U) \\ (a_i + b_i I_U)(\bar{a} + \bar{b} I_L), (a_i + b_i I_U)(\bar{a} + \bar{b} I_U) \end{pmatrix} \\ \max\begin{pmatrix} (a_i + b_i I_L)(\bar{a} + \bar{b} I_L), (a_i + b_i I_L)(\bar{a} + \bar{b} I_U) \\ (a_i + b_i I_U)(\bar{a} + \bar{b} I_L), (a_i + b_i I_U)(\bar{a} + \bar{b} I_U) \end{pmatrix} \end{bmatrix}, I \in [I_L, I_U] \tag{3}$$

Donde $a_i = X_l b_i = X_u$. La varianza de la muestra neutrosófica puede calcularse mediante

$$S_N^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_N}(X_i - \bar{X}_{iN})^2}{n_N};\ S_N^2 \in [S_L^2, S_U^2] \tag{4}$$

El coeficiente neutrosófico (NCV) mide la consistencia de la variable. Cuanto menor sea el valor del NCV, el rendimiento del factor es más consistente que el de los demás factores. El NCV puede calcularse de la siguiente manera [24].

$$CV_N = \frac{\sqrt{S_N^2}}{\bar{X}_N} \times 100;\ CV_N \in [CV_L, CV_U] \tag{5}$$

3 Resultados y Discusión

Se procede aplicar de la siguiente manera las técnicas antes expuestas, una vez analizados los diferentes enfoques. Se decide aplicar la estadística neutrosófica para la modelación de la variable analizada, debido a la complejidad y la indeterminación de los datos. A partir del procesamiento de la información y el consenso de los expertos se determinaron los factores que más inciden en el derecho de protección a la mujer trabajadora embarazada (tabla

1) y la variable a modelar.

Variable analizada: derecho de protección a la mujer trabajadora embarazada, para una muestra de n=120 para cada factor (f)

A continuación, se describen los principales elementos del método implementado

Código	Sigla	Factores que inciden en la vulneración del derecho de la tutela judicial efectiva
1	a	Permanencia en sus labores luego de presentar la demanda
2	b	Pocos conocimientos legales
3	c	Reformas a la normativa vigente
4	d	Falta de cumplimiento de las Leyes
5	e	Insuficiente tiempo para realizar una demanda

Tabla 1: Factores determinantes en la vulneración del derecho de la tutela judicial efectiva. Elaboración propia.

La presente sección describe un ejemplo para la ejemplificación de los resultados en el cual es posible aplicar el método propuesto. Para el desarrollo del estudio estadístico se analizan las frecuencias neutrosóficas de los factores determinantes en la vulneración del derecho de la tutela judicial efectiva. Para cada factor se analiza una incidencia en un intervalo de días por cada factor, que conforman el conjunto de afectaciones para que la mujer embarazada trabajadora tenga los derechos como establecen las leyes.

Días	Frecuencias neutrosóficas				
	a	b	c	d	e
1	[1 ; 1]	[0 ; 0]	[1 ; 1]	[0 ; 1]	[1 ; 1]
2	[0 ; 0]	[1 ; 2]	[0 ; 2]	[1 ; 2]	[0 ; 2]
3	[1 ; 1]	[3 ; 4]	[0 ; 1]	[3 ; 6]	[3 ; 3]
4	[1 ; 1]	[0 ; 0]	[3 ; 5]	[1 ; 1]	[1 ; 4]
5	[0 ; 0]	[3 ; 4]	[1 ; 3]	[0 ; 2]	[0 ; 1]
6	[0 ; 1]	[0 ; 0]	[3 ; 4]	[0 ; 2]	[1 ; 3]
7	[0 ; 0]	[2 ; 5]	[3 ; 5]	[1 ; 3]	[1 ; 2]
8	[1 ; 1]	[3 ; 3]	[0 ; 3]	[1 ; 3]	[2 ; 3]
9	[0 ; 1]	[1 ; 2]	[2 ; 5]	[3 ; 5]	[3 ; 6]
10	[0 ; 1]	[3 ; 5]	[0 ; 3]	[1 ; 2]	[0 ; 1]
11	[1 ; 2]	[3 ; 4]	[2 ; 4]	[2 ; 5]	[0 ; 0]
12	[0 ; 0]	[1 ; 3]	[0 ; 2]	[3 ; 4]	[1 ; 1]
13	[1 ; 2]	[1 ; 1]	[2 ; 4]	[1 ; 4]	[3 ; 5]
14	[1 ; 2]	[2 ; 4]	[1 ; 2]	[0 ; 0]	[2 ; 4]
15	[0 ; 0]	[0 ; 3]	[2 ; 3]	[2 ; 4]	[3 ; 5]
16	[1 ; 1]	[1 ; 2]	[3 ; 3]	[3 ; 4]	[3 ; 6]
17	[1 ; 2]	[0 ; 1]	[3 ; 3]	[0 ; 1]	[3 ; 4]
18	[0 ; 1]	[3 ; 4]	[1 ; 3]	[3 ; 5]	[3 ; 3]
19	[0 ; 1]	[2 ; 3]	[0 ; 3]	[3 ; 6]	[3 ; 6]
20	[0 ; 0]	[2 ; 4]	[2 ; 3]	[1 ; 1]	[3 ; 3]
0-120	[63 ; 119]	[169 ; 337]	[163 ; 350]	[173 ; 346]	[184 ; 361]

Tabla 2: Frecuencias neutrosóficas de los factores. Elaboración propia.

En la tabla 2 se analizaron las frecuencia neutrosóficas de ocurrencia de los factores determinantes en el derecho de la mujer embarazada trabajadora, para un período de 120 días, con un nivel de ocurrencia de [0 ; 6] para cada factor por día con un nivel de indeterminación total de a=56, b=168, c=187, d=173, e=177, y un nivel de representatividad de [47,06% ; 53,43%], en los días que se registran 6 afectaciones por factor, con una incidencia del 53% en cuanto a la permanencia en sus labores luego de presentar la demanda y poder continuar la jornada laboral.

3.1 Análisis Estadístico Neutrosófico

De los datos de las afectaciones que inciden en la vulneración de los derechos (tabla 3) se podrá comprender que factor implica una media representativa, $\bar{x} = \in [\bar{x}_L; \bar{x}_U], se$ calculan los valores de las medias neutrosóficas y para el estudio de las variaciones de las afectaciones, los valores de la desviación estándar neutrosófica $S_N \in [S_L; S_U]$. Para determinar que afectación requiere una mayor incidencia en los derechos vulnerados se calculan los valores $CV_N \in [CV_L\ ;\ CV_U]$.

Factores	$\bar{\mathbf{x}}_{\mathbf{N}}$	S_N	CV_N
a	[0,525 ; 0,992]	[0,112 ; 0,926]	[0,213 ; 0,933]
b	[1,408 ; 2,808]	[0,746 ; 2,154]	[0,53 ; 0,767]
c	[1,358 ; 2,917]	[0,698 ; 2,071]	[0,514 ; 0,71]
d	[1,442 ; 2,883]	[0,662 ; 2,122]	[0,459 ; 0,736]
e	[1,533 ; 3,008]	[0,782 ; 2,189]	[0,51 ; 0,728]

Tabla 3: Análisis estadístico neutrosófico de las incidencias del derecho de la vulneración de la mujer embarazada trabajadora. Elaboración propia

En la tabla 3 se determinó que la reforma a la normativa vigente, es el factor con valores más altos de media que incide sobre los demás factores. Esto significa que el factor c es por término medio el que más incide para que se protejan los derechos de las mujeres embarazadas trabajadoras y con la tutela judicial efectiva. El valor de CV_{Nb} en la reforma a la normativa vigente es inferior al resto. Esto significa que el resultado del factor c tiene un impacto más consistente, coherente y preciso a la hora de evaluar la indeterminación, que los demás factores en la vulneración de los derechos de las mujeres embarazadas trabajadoras (Figura 2).

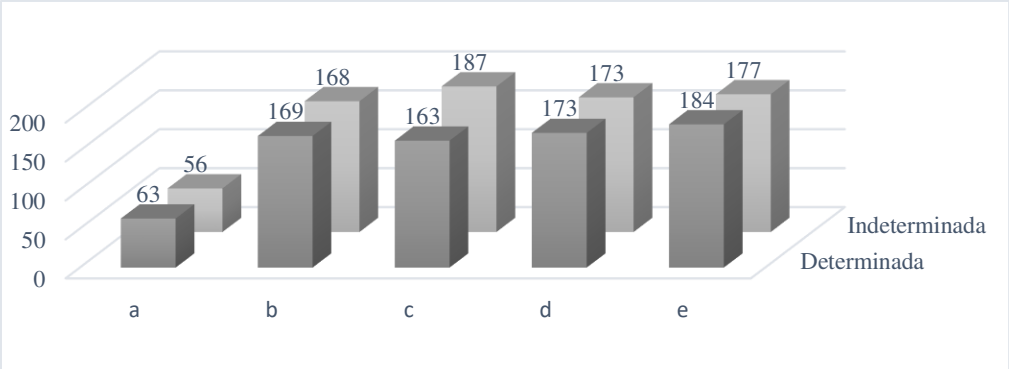


Figura 2: Gráfico de barras neutrosófico de las incidencias en la vulneración de los derechos de las mujeres embarazadas trabajadoras. Elaboración propia

3.2 Análisis Comparativo

Para calcular la medida de indeterminación referente asociada para $\bar{x} = \in [\bar{x}_L; \bar{x}_U]$, $S_N \in [S_L; S_U]$ y $CV_N \in [CV_L\ ;\ CV_U]$ a la forma de números neutrosóficos (Tabla 4), en los resultados se observa que para los valores CV_N van de 0.213 a 0.514 con la medida de indeterminación 27.6 al generar un impacto negativo en la reforma a la normativa vigente.

Factores	$\bar{x}_N$	S_N	CV_N
a	0,525 + 0,992 I; I ∈ [0; 47.1]	0,112 + 0,926 I; I ∈ [0; 87.9]	0,213 + 0,933 I; I ∈ [0; 77.2]
b	1,408 + 2,808 I; I [0; 49.9]	0,746 + 2,154 I; I ∈ [0; 65.4]	0,53 + 0,767 I; I ∈ [0; 30.9]
c	1,358 + 2,917 I; I ∈ [0; 53.4]	0,698 + 2,071 I; I ∈ [0; 66.3]	0,514 + 0,71 I; I ∈ [0; 27.6]
d	1,442 + 2,883 I; I ∈ [0; 50.0]	0,662 + 2,122 I; I ∈ [0; 68.8]	0,459 + 0,736 I; I ∈ [0; 37.6]
e	1,533 + 3,008 I; I ∈ [0; 49.0]	0,782 + 2,189 I; I ∈ [0; 64.3]	0,51 + 0,728 I; I ∈ [0; 29.9]

Tabla 4: Formas neutrosóficas con medida de indeterminación. Elaboración propia

Se determinó que una de las principales prioridades es potenciar las reformas legales. Las mujeres embarazadas trabajadoras con riesgo deben de tener derecho a un trabajo digno y no por su condición grávida ser despedida proporcionándole grandes perjuicios a su economía y a su salud. La no vulneración de la tutela judicial, además de ser un derecho debe ser de obligatorio cumplimiento por el estado, el que debe velar porque cada ciudadano no le sea violado sus derechos.

3.3 Explicación de cómo la propuesta contribuye a solucionar las insuficiencias identificadas en el diagnóstico.

Los derechos que constan en el capítulo tercero de los grupos de atención prioritaria, de Titulo II, Derechos, de la Constitución de la república del 2008, manifiesta que las mujeres embarazadas son un grupo de atención prioritaria en el sector público y privado. El estado se convierte en responsable de brindar protección a las personas que se encuentran en condición de vulnerabilidad. En su sección cuarta manifiesta que el estado garantizará a las mujeres embarazadas y en período de lactancia los derechos de, no ser discriminadas, ya sea en los diferentes sectores, educativo, social y laboral. El acceso gratuito a la salud forma parte de la protección a su salud en el embarazo, parto y después del parto, y dar todas las facilidades para que su recuperación sea de forma integral.

La Norma Suprema del Estado, garantiza el goce de los derechos comunes de las personas, el de la vida como derecho primordial desde el momento de la concepción, ese momento exacto donde se efectúa la vida mediante un proceso biológico conocido como fecundación. Se considera el derecho a una identidad, el acceso de una salud íntegra, nutrición, educación, deporte y recreación. Pese a que la mujer embarazada no se defiende tras una ley específica, en el ámbito laboral se encuentra regulada, por la misma razón de proteger los derechos como grupo vulnerable.

Se hace relación con el Capítulo II de la Constitución, donde habla sobre el buen vivir, del mismo que se desprende objetivos como: una convivencia ciudadana, pluralidad y armonía con la Pachamama, el respeto a la dignidad de personas y colectividades; y la democracia, de tal forma que también busca erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la distribución equitativas de recursos y riquezas, para conseguir el buen vivir, porque se menciona esto, por el hecho de que las mujeres embarazadas también forman parte del Estado ecuatoriano, y deben tener acceso al goce de todas los servicios que se establecen para las personas en el país, y con respeto a tener una vida digna.

Según reconoce la Constitución de la República del Ecuador, la mujer embarazada no debe ser discriminada por su condición de embarazada, ni ser tratada con desigualdad, pues siempre y cuando la mujer embarazada sea capaz de desempeñar las principales funciones en su trabajo, es ilegal no contratarla por encontrarse en condición de gestación.

De la misma manera la Constitución respalda el poder contar con la justicia por medio de la Tutela Judicial Efectiva, que es un derecho fundamental. Poder acceder a un órgano jurisdiccional del Estado con el objetivo de conseguir una respuesta basada en el derecho a una pretensión respectiva, la que se debe fundamentar sobre la decisión del fondo del asunto, que reclute los requisitos tanto constitucionales y legales en base al caso. Dicha tutela se hace efectiva mediante un proceso que reúna las condiciones mínimas, para que dicho proceso sea resuelto de forma justa y que en la resolución que se dicte asegure su vigor y ejecución.

Es decir velar por el fiel cumplimiento de la decisión y que no quede en una sola declaración de buenas intenciones, al cumplir con la esencia que le caracteriza a la tutela efectiva y es el acceso gratuito a la jurisdicción. Aquello se relaciona con el derecho al debido proceso, sin dilaciones innecesarias, con la respectiva sentencia motivada, con relación a la observación del tema y la aplicación de la norma correspondiente. Pues el último paso es que se haga efectivo y se ejecute la decisión, sin la misma, no se garantizaría la tutela judicial efectiva [25].

La Declaración Universal de los Derechos Humanos del año 1948, en su artículo 10, donde establece que toda persona en igualdad de condiciones tiene derecho a ser oída públicamente y con justicia por un tribunal independiente e imparcial, y de esta manera determinar sus derechos y obligaciones. El Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos del año 1966, de acuerdo con el artículo 14, manifiesta que todas las personas sin distinción

alguna son iguales ante los tribunales y cortes de justicia, tienen derecho a ser oídos públicamente y con las debidas garantías por un tribunal competente, independiente e imparcial en la sustancia de cualquier acusación.

Según manifiesta en el Capítulo sexto, sección tercera de la Constitución de Ecuador, las formas de trabajo y su retribución, los derechos laborales son irrenunciables e intangibles. Será nula toda estipulación en contrario, al igual que en el Titulo II, capitulo primer, donde habla sobre los principios de aplicación de los derechos, articulo 11, numeral 6; todos los principios y los derechos son inalienables, irrenunciables, indivisible, interdependientes, y de igual jerarquía.

El despido ineficaz, aparece apenas en abril del 2015, e implica un reforzamiento a la protección ya existente, para la mujer embarazada y también en período de lactancia, como al dirigente sindical. Lo nuevo es que aplica el reintegro al puesto de trabajo y el pago de valores que dejó de percibir mientras duró el cese del trabajador que se suma a la indemnización que se contempla en el Código de Trabajo.

Declarada la ineficacia del despido, se entenderá que la relación laboral no se ha interrumpido por el hecho que lo ha motivado y se ordenará el pago de remuneraciones pendientes con el 10% del recargo. Aunque si el accionante decide o no continuar con la relación de trabajo, recibirá la indemnización equivalente al valor de un año de la remuneración que percibía, además, de lo general que corresponde por despido intempestivo. En cualquier caso, de despido por discriminación, el trabajador tendrá derecho a la indemnización adicional referida anteriormente, sin que le sea aplicable el derecho al reintegro.

Negar o impedir el reintegro del trabajador se sanciona con pena privativa de libertad de 1 a 3 años, por delito de incumplimiento de decisiones legítimas de autoridad competente. Pues es imprescindible señalar que el procedimiento para la sustanciación del despido ineficaz es en esencia y está concebido para que dure pocos días contados desde la fecha de calificación de la demanda, sin embargo, el escenario ecuatoriano no es muy esperanzador en cuanto al cumplimiento de los plazos legales [2].

El presente análisis jurídico permite establecer que de acuerdo a la aplicación de la propuesta como solución al problema, tiene gran impacto social, puesto que existe un alto porcentaje de mujeres embrazadas en su ámbito laboral. Con la ejecución de esta propuesta se procede a garantizar los derechos de las mujeres embarazadas, permitir que reclame sus derechos en un tiempo considerable que le permita recabar las pruebas pertinentes que respalden el reclamo por el despido ineficaz.

Es responsabilidad del Estado el garantizar el goce efectivo de los derechos de todas las personas, grupos de atención prioritaria, en especial las mujeres embarazadas, aún más, las mujeres que presente un embarazo categorizado según los peligros obstétricos como riesgoso[26]. El conocimiento de dicho problema se debe extender ante los profesionales de derecho quienes al aceptar defender este derecho vulnerado deben considerar el vacío legal que existe en el artículo en cuanto al plazo para presentar la acción de despido ineficaz. La respectiva aplicación de la Tutela Judicial Efectiva, y el derecho a no ser discriminadas por el hecho de encontrarse embarazadas.

Pocas de ellas demandan a sus empleadores por el despido intempestivo, de su trabajo por el cual ha procedido a realizar los trámites pertinentes de acuerdo a la figura del despido ineficaz. Encontrándose así en el problema de no poder asistir por si sola a realizar los trámites, o no contar con el apoyo familiar, porque no todas las mujeres embarazadas cuentan con una pareja que las apoye, y peor aún no tener una buena solvencia económica para acudir ante la justicia, o contar con una procuración judicial dirigida a un abogado que la represente. Es visto que más se gasta en los trámites, aunque la constitución establezca que todos tienen derecho a la justicia, y el acceso gratuito a la misma. Contar con un abogado de oficio, aunque exista esta alternativa el simple hecho de tener un embarazo riesgoso no le permite acudir hacer uso de estos medios.

Al aplicar la solución a este problema, permite que las mujeres con embarazos de alto riesgo, puedan reclamar su derecho para mantener su puesto trabajo. Al no tener preocupación alguna por su condición de embarazada, contar con un debido tiempo para presentar la Acción de Despido Ineficaz al recabar todas las pruebas que permita respaldar su reclamo. Si el plazo fuera más de los 30 días después de dar a luz la madre puede acudir por sus propios medios a realizar todo tipo de trámite al considerar su salud después del parto, sin ser discriminadas por sus empleadores. El Código de Trabajo manifiesta que la prescripción de actos y contratos se da hasta los 3 años, dentro del tiempo que puede reclamar sus derechos el trabajador, en base a esto se debe aplicar el principio de igualdad para las mujeres embarazadas ya que también son mujeres trabajadoras.

Conclusión

El plazo para presentar la acción de despido ineficaz repercute en el derecho a la tutela judicial efectiva de las mujeres con embarazo de alto riesgo, puesto que, al encontrarse en este estado debe acudir ante la autoridad competente para poder reclamar sus derechos, y por su condición se le dificulta realizar dichos trámites. Para presentar esta acción solo tiene 30 días, es por eso que se ha visto vulnerado su derecho porque no se considera su estado de embarazo riesgoso. Tampoco se respeta el principio de igualdad en cuanto al tiempo de reclamo que el derecho se refiere. Para la prescripción de acciones y contratos se lo puede realizar hasta los 3 años los trabajadores.

Se hace uso de la Neutrosofía en aras de obtener una mayor interpretabilidad de los elementos abordados y obtener así el resultado propuesto con mayor certidumbre. Del estudio resultó como el factor fundamental en la

vulneración de los derechos de la mujer trabajadora embarazada y de la tutela judicial realizar, reformas a la normativa vigente. Por lo que se propone una reforma al artículo 195.2, del Código de Trabajo, al considerar todas las problemáticas que existen para las mujeres embarazadas con riesgos obstétricos, donde el empleador busca cualquier motivo para desvincularle de su trabajo.

El derecho a un trabajo digno es derecho de todo ciudadano, por lo que la Función Legislativa tiene como principal objetivo y obligación de adecuar los instrumentos jurídicos ante la realidad social existente. Busca aliviar que se vulnere el derecho principalmente de las mujeres embarazadas que han sido desintegradas de sus lugares de trabajo. Se deben presentar la acción de dicho despido en un tiempo límite, pues se debería buscar mejorar y que el mismo estado y la familia no tengan más gastos procesales

Referencias

[1] *Organización Mundial del Trabajo, La COVID - 19 y el mundo del trabajo: estimaciones actualizadas y análisis,* OIT, 2020.

[2] L. R. Ayala Ayala , N. F. Freire Sánchez , and R. A. Falconí, "El despido intempestivo a trabajadores de la empresa Ecuacerámica en época de pandemia en Riobamba.," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores,* vol. 10, 2021. [Online]. Available: https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/2689/2716.

[3] Ecuador Asamblea Nacional Constituyente, *Constitución de la República del Ecuador*. Gobierno del Ecuador, 2008.

[4] Ecuador Asamblea Nacional Constituyente, *Código de Trabajo Actualizado*. Gobierno Ecuador, 2021.

[5] V. H. Carreño, "Más de 289.000 despidos se han registrado durante la pandemia," *Revista Vistazo,* 2020. [Online]. Available: https://www.vistazo.com/actualidad/nacional/mas-de-despidos-se-han-registrado-durante-la-pandemia-IXVI192596.

[6] R. Maldonado M, L , M. Elgueta R, F,, and G. Palma, E, "Método para la determinación del índice de promoción de la cultura jurídica mediante números neutrosóficos," *Neutrosophic Computing and Machine Learning,* vol. 11, 2020.

[7] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[8] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, p. 18, 2021.

[9] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[10] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, p. 1136, 2019.

[11] F. Smarandache, *An introduction to the Neutrosophic probability applied in quantum physics*. Infinite Study, 2000.

[12] W. B. Vasantha, I. Kandasamy, and F. Smarandache, "Algebraic Structure of Neutrosophic Duplets in Neutrosophic Rings < Z U I>,< Q U I> and < R U I.> " *Neutrosophic Sets and Systems, ,* vol. 23, pp. 85-95, 2018.

[13] I. I. O. Fernández and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2018.

[14] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[15] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[16] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[17] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[18] F. Smarandache *et al.*, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis,* pp. 3-29, 2019.

[19] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[20] M. Y. Leyva Vázquez and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[21] E. G. Samira, T. Núñez, and F. Ruiz, "Building composite indicators using multicriteria methods: a review," *Journal of Business Economics,* vol. 89, pp. 1-24, 02/01 2019, doi: 10.1007/s11573-018-0902-z.

[22] Pérez-Teruel, *Neutrosophic logic for mental model elicitation and analysis.* Neutrosophic Sets and Systems, 2012.
[23] F. Smarandache, *Neutrosophy, a new Branch of Philosophy*. Infinite Study, 2002.
[24] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Infinite Study.," 2005.
[25] P. Biswas, S. Pramanik, and B.C. Giri, "TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment," *Neural computing and Applications,,* vol. 27(3), pp. 727-737, 2016.
[26] (2022). *Protección integral de derechos de los grupos de atención prioritaria*. [Online] Available: https://www.gob.ec/gad-carmen/tramites/proteccion-integral-derechos-grupos-atencion-prioritaria

Recibido: Mayo 28, 2022. **Aceptado:** Junio 19, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Números Neutrosóficos de Valor Único aplicados a un Análisis Estratégico de Métodos de Ortodoncia Acelerada

Neutrosophic Single Value Numbers Applied to a Strategic Analysis of Accelerated Orthodontic Methods

Christian David Zapata Hidalgo[1], Juan Francisco Ruiz Quiroz[2], Rhonny Rigoberto Rosero Rosero[3], and Gianela Lorleyn Sanchez Erazo[4]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org0000-0002-8463-3467
E-mail: ui.christianzapata@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-13143356
E-mail: ui.juanruiz@uniandes.edu.ec,
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org0-0003-1464-5400
E-mail: oi.rhonnyrrr25@uniandes.edu.ec,
[4] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org0000-0002-1248-794X
E-mail: oi.gianelalse72@uniandes.edu.ec,

Resumen. La ortodoncia acelerada propone disminuir terapéuticamente el tiempo de tratamiento ortodóntico. La reducción de los tiempos de tratamiento traerá beneficios para el especialista y el paciente. Esta revisión tiene como objetivo describir la evidencia actual de los enfoques contemporáneos para acelerar el movimiento ortodóncico, a través de revisiones bibliográficas en plataformas virtuales como Pubmed, Dialnet, Scielo, entre otras, desde 2011 hasta 2021. En los tratamientos en los que se aplicó la ortodoncia acelerada con sus diferentes técnicas, se redujo el tiempo de trabajo ortodóncico. De todos los tratamientos de movimiento dental acelerado, el mecanismo de vibración es menos invasivo y tiene menos contraindicaciones. La aceleración del tratamiento de ortodoncia reduce el riesgo de desmineralización del esmalte, los compromisos periodontales y la reabsorción radicular, además de conseguir pacientes más satisfechos y profesionales más eficientes. Se ha comprobado que la administración de fármacos para acelerar este tratamiento produce un alto porcentaje de efectos adversos, por lo que no es aconsejable su uso. Para el procesamiento de la información se realizó un Análisis Estratégico de estos métodos, llevado a consulta de expertos y analizado a través de la Lógica Difusa Com-pensatoria con números neutrosóficos de valor único.

Palabras clave: ortodoncia, corticotomía, piezoincisión, micro osteoperaciones, farmacología

Abstract. Accelerated orthodontics proposes to therapeutically decrease orthodontic treatment time. Shorter treatment times will bring benefits to the specialist and the patient. This review aims to describe the current evidence of contemporary approaches to accelerate orthodontic movement, through literature reviews in virtual platforms such as Pubmed, Dialnet, Scielo, among others, from 2011 to 2021. In the treatments in which accelerated orthodontics was applied with its different techniques, the time of orthodontic work was reduced. Of all the accelerated tooth movement treatments, the vibration mechanism is less invasive and has fewer contraindications. Accelerating orthodontic treatment reduces the risk of enamel demineralization, periodontal compromises and root resorption, in addition to achieving more satisfied patients and more efficient professionals. It has been proven that the administration of drugs to accelerate this treatment produces a high percentage of adverse effects, so it is not advisable to use it. For the processing of the information, a Strategic Analysis of these methods was carried out, taken to expert consultation and analyzed through Compensatory Fuzzy Logic with neutrosophic numbers of unique value.

Keywords: orthodontics, corticotomy, piezoincision, micro osteoperforations, pharmacology

1 Introducción

El intento de acelerar la ortodoncia se origina con la aparición de la técnica de ortodoncia moderna de Angle en 1980. El movimiento dental en ortodoncia bajo las fuerzas mecánicas depende de la remodelación de los tejidos circundantes de la raíz. El movimiento acelerado en ortodoncia es deseado por sus múltiples beneficios, incluyendo duración más corta del tratamiento, efectos secundarios reducidos, así como un movimiento dental mejorado y

estabilidad post tratamiento[1].

Una causa por la que los pacientes abandonan su tratamiento de ortodoncia es por su larga duración. El promedio del tiempo de tratamiento ortodóntico en un paciente adulto es considerablemente mayor como consecuencia de un menor recambio celular, a diferencia de los pacientes adolescentes, con un rango entre 18.7 a 31 meses de duración. La ortodoncia acelerada es una propuesta terapéutica para disminuir este tiempo del tratamiento ortodóntico. Los tiempos de tratamientos más cortos traería múltiples ventajas y beneficios tanto para el especialista y el paciente[1].

Las características físicas como la fuerza aplicada, el volúmen y resultado biológico del ligamento periodontal permiten que el movimiento dental ortodóntico transcurra de manera rápida o lenta, sin embargo se ha especulado que la duración del tratamiento ortodóntico puede ser más bajo. Los métodos para la aceleración del movimiento ortodóntico pueden ser métodos quirúrgicos, por medio medicamentosos o por métodos de estimulación física mecánica. Actualmente existen varios métodos de movimiento acelerado ortodóntico, como: la corticotomía, la terapia de láser de baja intensidad, métodos quirúrgicos, distracción osteogénica, micro osteoperforaciones, vibración mecánica y farmacoterapia. Sin embargo, algunos resultados de estas modalidades de tratamiento están inconclusos y otros son menos fiables[1].

El tratamiento de ortodoncia prolongado no solo disminuye la calidad de vida de los pacientes sino también aumenta el riesgo de efectos secundarios dependientes del tiempo, como: reabsorción de raíces, aumento de riesgo de caries, subsecuentes por lo tanto es necesario conocer como disminuir este tiempo de tratamiento y este sea más efectivo para el paciente[2]. La presente revisión tiene como objetivo describir a la luz de la evidencia actual las aproximaciones contemporáneas para acelerar el movimiento ortodóntico.

2 Métodos y técnicas

2.1 Análisis estratégico

Una de las herramientas para realizar el análisis estratégico es la matriz DAFO. Se trata de un mapa a través del que se establecen las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la organización. Un análisis interno y externo del entorno en el que se desarrolla la actividad para mejorar su rentabilidad, funcionamiento y posicionamiento en el mercado. DAFO también se conoce como FODA o DOFA y proviene de las siglas en inglés SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities y Threats*). Se trata de una herramienta fundamental para conocer la situación en la que se encuentra la compañía a partir de la que se trazará la estrategia futura Es una herramienta de estudio de la situación de una empresa, institución, proyecto o persona, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades)[3]. Según [4] puede utilizarse para:

- ✓ Explorar nuevas soluciones a los problemas.
- ✓ Identificar las barreras que limitarán objetivos.
- ✓ Decidir sobre la dirección más eficaz.
- ✓ Revelar las posibilidades y limitaciones para cambiar algo

La cual en este artículo se utilizará como los predicados de la lógica difusa compensatoria para describir los factores de éxito en la gestión empresarial del liderazgo sincrónico.

2.2 Lógica Difusa Compensatoria (LDC) [5-10]

- ✓ Es una rama de la Lógica Difusa creada por el grupo científico multidisciplinario Gestión Empresarial en la Incertidumbre del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría de Cuba.
- ✓ Consiste en un nuevo sistema multivalente que rompe con la axiomática tradicional para lograr un comportamiento semánticamente mejor que los
- ✓ En los procesos que demandan toma de decisiones requiere de predicados compuestos
- ✓ Los valores de verdad obtenidos sobre estos predicados compuestos deben poseer sensibilidad a los cambios de los valores de verdad de los predicados básicos.
- ✓ Un predicado es una función del universo X en el intervalo [0,1] y las operaciones de conjunción, disyunción, negación e implicación, se definen de modo que al ser restringidas al dominio se obtiene la Lógica Booleana.
- ✓ Renuncia al cumplimiento de las propiedades clásicas de la conjunción y la disyunción lo que la convierte en una lógica sensible.
- ✓ Es flexible y tolerante con la imprecisión, por lo que posibilita modelar expresiones del lenguaje natural, potenciando la utilización de frases completas más que simples variables lingüísticas con el fin de aprovechar el conocimiento acumulado por expertos siguiendo la noción de la Ingeniería del Conocimiento
- ✓ Es compatible con las ramas de las matemáticas relacionadas con la toma de decisiones por tomar el

lenguaje humano, formado por frases de tipo interrogativo, imperativo y declarativo, las cuales presentan en muchos casos un grado de veracidad.

- ✓ La vaguedad y la incertidumbre son los objetos de su modelado.

2.3 Neutrosofía aplicada a la Lógica Difusa Compensatoria

La teoría de la neutrosofía en este caso, la inclusión de esta teoría enriquece las posibilidades del análisis complementando los valores expuestos en la tabla 1. Lo cual se debe a, principalmente, dos cuestiones, en primer lugar, la adición de la noción de indeterminación y, en segundo lugar, la posibilidad de calcular utilizando términos lingüísticos[11-13]. Por tal motivo, se decide optar por una fusión de ambas técnicas y ejecutar el estudio a través del empleo del LCD neutrosófica. Firstly, let us formally expose the original definition of neutrosophic logic as it is shown in [14-20].

Definición 1. Sea X un universo de discurso. Un Conjunto Neutrosófico (CN) está caracterizado por tres funciones de pertenencia, $u_A(x), r_A(x), v_A(x): X \rightarrow]^-0,1^+[$, que satisfacen la condición $-0 \leq inf u_A(x) + inf r_A(x) + inf v_A(x)\ sup\ u_A(x) + sup\ \ r_A(x) + \sup v_A(x) \leq 3^+$ para todo $x \in X$. $u_A(x), r_A(x)\ y\ v_A(x)$ denotan las funciones de pertenencia a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente, y sus imágenes son subconjuntos estándares o no estándares de $]^-0,1^+[$.

Definición 2. Sea X un universo de discurso. Un Conjunto Neutrosófico de Valor Único (CNVU) A sobre X es un objeto de la forma:

$$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\} \tag{1}$$

Donde $u_A, r_A, v_A: X \rightarrow [0,1]$ satisfacen la condición $0 \leq u_A(x), r_A(x), v_A(x) \leq 3\ \ 0$ para todo $x \in X$. $u_A(x), r_A(x)\ y\ v_A(x)$ denotan las funciones de pertenencia a verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un Número Neutrosófico de Valor Único (NNVU) será expresado como A = (a, b, c), donde a, b, c ∈ [0,1] y satisface 0 ≤ a + b + c ≤ 3.

Los CNVU surgieron con la idea de aplicar los conjuntos neutrosóficos con fines prácticos. Algunas operaciones entre NNVU se expresan a continuación:

1. Dados $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$ y $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$ dos NNVU se tiene que la suma entre A_1 y A_2 se define como:
$$A_1\ \ A_2 = (a_1 + a_2 - a_1a_2, b_1b_2, c_1c_2) \tag{2}$$
2. Dados A1 = (a1, b1, c1) y A2 = (a2, b2, c2) dos NNVU se tiene que la multiplicación entre A_1 y A_2 se define como:
$$A_1\ \ A_2 = (a_1a_2, b_1{+}b_2 - b_1b_2, c_1 + c_2 - c_1c_2) \tag{3}$$
3. El producto por un escalar positivo con un NNVU, A = (a, b, c) se define por:
$$A = (1 - (1 - a), b, c) \tag{4}$$
4. Sea $\{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$ un conjunto de n NNVU, donde $A_j = (a_j, b_j, c_j)$ (j = 1, 2, …, n), entonces el Operador de *Media Ponderada Neutrosófica de Valor Único* (MPNVU) sobre el conjunto se calcula por la Ecuación siguiente:
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j A_j = \left(1 - \prod_{j=1}^{n} (1 - a_j)^{\lambda_j}, \prod_{j=1}^{n} b_j^{\lambda_j}, \prod_{j=1}^{n} c_j^{\lambda_j},\right) \tag{5}$$

Donde λ_j es el peso de Aj, λ_j ∈[0, 1] y $\sum_{j=1}^{n} = 1$.

En este artículo se asociarán términos lingüísticos con NNVU, de tal manera que los expertos puedan llevar a cabo sus evaluaciones en términos lingüísticos, lo que resulta más natural. Por tanto, se tendrán en cuenta las escalas que se muestran en la tabla 1.

Valor de verdad	Categoría	NNVU
0	Falso	(0,1,1)
0.1	Casi falso	(0.10,0.90,0.90)
0.2	Bastante falso	(0.20,0.85,0.80)
0.3	Algo falso	(0.30,0.75,0.70)
0.4	Más falso que verdadero	(0.40,0.65,0.60)
0.5	Tan verdadero como falso	(0.50,0.50,0.50)
0.6	Más verdadero que falso	(0.60,0.35,0.40)
0.7	Algo verdadero	(0.70,0.25,0.30)

Valor de verdad	Categoría	NNVU
0.8	Bastante verdadero	(0.8,0,15,0.20)
0.9	Casi verdadero	(0.9, 0.1, 0.1)
1	Verdadero	(1,0,0)

Tabla 1: Evolución de la escala de las variables lingüísticas difusas a las neutrosóficas

Para convertir números neutrosóficos en números nítidos se utilizará la siguiente ecuación:

$$s(V) = 2 + T - F - I \tag{6}$$

La Lógica difusa compensatoria utiliza operadores matemáticos que garantizan la combinación efectiva de elementos intangibles valorados a través de expertos, considerando escalas categoriales de veracidad, con información cuantitativa, que aporta valores de verdad a través de predicados definidos convenientemente a partir de tal información[21, 22]:

Operadores	Lógica de predicados
Conjunción	(and), c, ∧
Disyunción	(or), d, ∨
Orden estricto difuso	(o)
Negación	(not)

Tabla 2: Presentación de los operadores matemáticos en lógica de predicados de la LCD.

Van de [0,1] n en [0,1], o va de [0,1] 2 en [0,1] y n de [0,1][11]. Lo cual satisface los axiomas siguientes:

1. Min $(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq c(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq$ max $(x_1, x_2, \dots, x_n)$(Axioma de Compensation)
2. $c(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n) = c(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n)$(Axioma de Commutatividad o Simetría)
3. Si $x_1 = y_1,\ x_2 = y_2, \dots, x_{i-1} = y_{i-1}, x_{i+1} = y_{i+1}, \dots, x_n = y_n$, tal que ninguno es cero, $yx_i > y_i$, entonces $c(x_1, x_2, \dots, x_n) > c(y_1, y_2, \dots, y_n)$ (Axioma de Crecimiento Estricto)
4. Si $x_1 = 0$ para algunas *i*, entonces $c(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ (Axioma de Veto)
5. Si $o(x, y) \geq 0.5$ y $i(y, z) \geq 0.5$, entonces $o(x, z) \geq$ max $\{o(x, y), o(y, z)\}$ (Axioma de Transitividad Difusa).
6. $n(c(x_1, x_2, \dots, x_n)) = d(n(x_1), n(x_2), \dots, n(x_n)).n(d(x_1, x_2, \dots, x_n)) = c(n(c(x_1), n(x_2), \dots, n(x_n))$ (Leyes de Morgan)

De los axiomas anteriores se derivan las siguientes propiedades:

1. Min $(x_1, x_2, \dots, x_n) : \leq d(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq$ max $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ (Propiedad de Compensacion)
2. $d(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n) = d(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n)$ (Propiedad de Commutatividad o Simetría)
3. Si $x_1 = y_1,\ x_2 = y_2, \dots, x_{i-1} = y_{i-1}, x_{i+1} = y_{i+1}, \dots, x_n = y_n$, tal que ninguno es cero y$x_i > y_i$, then $d(x_1, x_2, \dots, x_n) > d(y_1, y_2, \dots, y_n)$ (Propiedad de Crecimiento estricto)
4. If $x_1 = 1$ for some *I*, then $d(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1$ (Propiedad de Veto)
5. $c(x_1, x_2, \dots, x_n) = d(x_1, x_2, \dots, x_n) = x$ (Propiedad Idempotencia)

El coeficiente de variación (Cv) de los predicados se calculará mediante la ecuación 5 aplicando criterios estadísticos de decisión acorde a los siguientes parámetros:

- Si Cv ≥0.20, tomar el valor modal (calificación dada por los expertos que más se repite en el rango analizado)
- Si Cv <0.20, tomar el valor de la media aritmética (calificación promedio de los expertos)

$$Cv = \frac{S}{X_{med}} \tag{7}$$

Donde S: Desviación típica de los datos y X_{med}: Media de los datos

2.4 Metodología

Para la realización del estudio se seguirán los pasos siguientes:

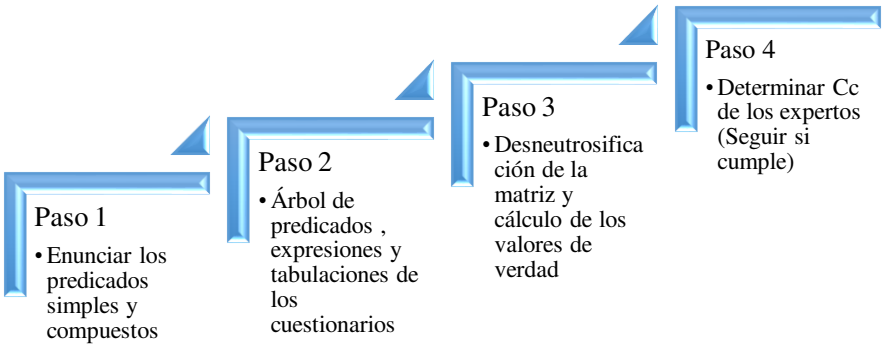


Figura 1: Algoritmo de trabajo. Elaboración propia

3. Resultados

A través de la revisión bibliográfica sobre la Ortodoncia Acelerada encontramos la siguiente información [1, 2, 23-29].

1. **La corticotomía** consiste en un procedimiento quirúrgico en el cual se efectúa un corte o una perforación en el fragmento cortical del hueso,en esta maniobra el instrumental a usarse es cortante de mano como rotatorios de baja o alta velocidad e instrumentos piezoeléctricos los cuales poseen exuberante irrigación Los osteoblastos y osteoclastos se activan mediante este procedimiento y así facilita el movimiento dental, obteniendo una respuesta benigna para el hueso. La principal característica que presenta la corticotomía es la disminución de tres a cuatro veces el periodo de un tratamiento ortodóntico, además de reducir la resorción radicular y provisionando mayor estabilidad en comparación con el tratamiento de ortodoncia habitual.
2. **Piezocisión:** es una técnica en la cual se realiza microincisiones verticales con una micro hoja de bisturí o una hoja de bisturí 15c en los espacios interradiculares vestibulares o palatinas y vestibular/palatino-lingual a partir de la base de la papila. Luego se procede a realizar las corticotomías transmucosas a través de las incisiones previamente efectuadas con el bisturí piezoeléctrico a una profundidad de 3 mm. Las activaciones ortodónticas se aplican cada 14 días.
3. **Micro - osteo perforaciones:** Consiste en pequeñas y superficiales osteo perforaciones que pueden ser colocados de forma segura en la superficie vestibular o lingual de las tablas corticales por el ortodoncista tratante, con efectos secundarios leves y dolor o incomodidad limitados. Es una técnica la cual se realiza con la punta afilada de instrumentos manuales, como agujas u otros aditamentos quirúrgicos como mini tornillos y fresa de tungsteno de 0,8 mm con una pieza de mano de bajo torque. Actualmente existen herramientas en forma manual y de baja velocidad para casos de hueso cortical denso donde se dificulta una correcta penetración de los mismos.
4. **Distracción osteogénica:** Es un método de alargamiento de hueso en donde se produce un proceso biológico de formación de hueso nuevo, entre la superficie de los segmentos óseos, éstos son gradualmente separados por aumento en la tracción. Específicamente, este proceso es iniciado cuando las fuerzas de la distracción son aplicadas sobre el tejido del callo, conectando a los segmentos óseos divididos, manteniendo la continuidad cuando estos tejidos son alargados. La tracción genera tensión, esto estimula la formación de hueso nuevo, paralelo al vector de distracción.
5. **Fotobiomodulación o terapia láser:** La terapia laser o fotobiomodulación, es un método físico que utiliza un dispositivo especial para generar un haz de luz coherente dentro de un rango de longitud de onda específica. Se refieren a su efecto sobre las moléculas y sus organelos receptores, que a su vez ayudan en el curso de los procesos biofísicos y la consecuente respuesta bioquímica. La radiación láser cercana a la longitud de onda roja e infrarroja cercana es absorbida por la cadena respiratoria, lo que da como resultado una cascada de reacciones bioquímicas e intracelulares que involucran una

serie de componentes celulares, especialmente de los citocromos. Los citocromos son los principales foto aceptores pues son capaces de absorber longitudes de onda cercanas a la roja e infrarroja. Esta absorción activa la cadena respiratoria en la mitocondria generando un estado redox y potenciando la síntesis de ATP, además las proteínas de membrana portadoras de iones como, por ejemplo, Na+, K +, Ca+2 se activan, controlando el metabolismo y la proliferación celular.

6. **Vibración mecánica:** Actualmente se ha desarrollado un dispositivo llamado AcceleDent este aparato proporciona impulsos de vibración con una interfaz USB a través del cual se puede conectar a un ordenador para revisar el uso del aparato este consta de una boquilla que hace contacto con los dientes. Es un dispositivo portátil es cargado eléctricamente, y tiene que ser usado durante 20 minutos al día. Varios estudios de casos utilizando este dispositivo han mostrado los tiempos de tratamiento que deben reducirse hasta en un 30-40%. El inicio de la carga mecánica es la señalización ósea permitiendo que los osteocitos se determinen como células mecanosensibles durante el movimiento de las piezas dentarias, estas señales son estimuladas por el estrés de fluidos, micro fracturas del hueso o flexión del hueso, los cuales son producidos por las vibraciones
7. **Corriente eléctrica:** Este es otro método que se puede utilizar para acelerar el movimiento ortodóntico. Consiste en un aparato eléctrico que proporciona una corriente eléctrica continua en micras. Estas corrientes eléctricas se suministran a la mucosa de los dientes a través de un conjunto de aparato eléctrico fijo. La electrocirugía es un método quirúrgico moderno el cual posee muchas ventajas para poder brindar mejor tratamiento a los pacientes; gracias a los avances científicos y tecnológicos que existen en esta disciplina. Ésta es una técnica quirúrgica que se realiza en los tejidos blandos mediante corrientes eléctricas de alta frecuencia que ha evolucionado a lo que es actualmente. La electrocirugía consiste en el uso de equipo electrónico especialmente diseñado, que produce una variedad limitada de formas de onda de alta frecuencia con el propósito de cortar o eliminar tejido blando. Es la aplicación de energía calorífica mediante ondas de alta frecuencia, generada eléctricamente, sobre el tejido vivo sin producir, contracciones musculares o dolor.
8. F**armacoterapia:** En este método de aceleración ortodóntica se realiza mediante la aplicación de ciertas drogas que han demostrado grandes resultados por producir relajamiento vascular por consiguiente produciendo remodelación ósea; dentro de estas tenemos: la vitamina D, prostaglandinas, interleucinas, hormonas paratiroideas, misoprostol, etc. Pero, todas estas drogas manifiestan efectos adversos, por ejemplo, la vitamina D, cuando es inyectada en el ligamento periodontal incrementan los niveles de enzima deshidrogenasa del ácido láctico (LDH) y creatina-fosfocinasa (CPK); valores aumentados de prostaglandinas causan un incremento en la inflamación, causando reabsorción de la raíz. Hasta la actualidad no hay artículos que demuestran que hay un fármaco seguro que causa un movimiento de ortodoncia acelerada.

3.1 Aplicación de la Lógica Difusa Compensatoria

Para el análisis DAFO de los Métodos de Ortodoncia Acelerada, según lo encontrado en la bibliografía consultada, se plantearon los factores a nivel interno y externo a analizar, luego se procedió a realizar los siguientes pasos[11, 30-32]:

1. Aplicaran la matriz DAFO como medio de clasificación y organización de la información obtenida
2. Analizar aplicando lógica difusa compensatoria:
   a) Enunciado de los predicados simples y compuestos
   b) Elaboración del árbol de decisión
   c) Cálculo de los predicados simples y compuestos
   d) Determinación del estado mediante los términos lingüísticos.

Los resultados se exponen a continuación:

Métodos de Ortodoncia Acelerada	$\boldsymbol{MOA(X) = AI(X) \wedge AE(X)}$
Análisis Interno	$\boldsymbol{AI(X) = D_{1-4}(X) \wedge F_{1-3}(X)}$
Análisis Externo	$\boldsymbol{AE(X) = A_{1-3}(X) \wedge O_{1-2}(X)}$
Debilidades	$\boldsymbol{D_{1-4}(X) = D_1(X) \wedge D_2(X) \wedge D_3(X) \wedge D_4(X)}$
Fortalezas	$\boldsymbol{F_{1-4}(X) = F_1(X) \wedge F_2(X) \wedge F_3(X)}$
Amenazas	$\boldsymbol{A_{1-3}(X) = A_1((X) \wedge A_2(X) \wedge A_3(X)}$
Oportunidades	$\boldsymbol{O_{1-2}(X) = O_1(X) \wedge O_2(X)}$
$D_1(X)$	Carencia de equipos especializados

Métodos de Ortodoncia Acelerada	$\boldsymbol{MOA(X) = AI(X) \wedge AE(X)}$
$D_2(X)$	Escasos empleados en la clínica
$D_3(X)$	Insuficientes recursos
$D_4(X)$	Dificultad en la preparación de los trabajadores
$F_1(X)$	Superación de profesionales
$F_2(X)$	Posibilidad de aplicación de las técnicas
$F_3(X)$	Economía de tiempo
$A_1(X)$	Altos costos de los equipos
$A_2(X)$	Flujo elevado de casos
$A_3(X)$	Competencia en el mercado
$O_1(X)$	Mejora de la calidad de vida del paciente
$O_2(X)$	Elevar la calidad de los servicios
$O_3(X)$	Posicionamiento en el mercado

Tabla 3: Predicados simples y compuestos y sus expresiones de cálculo. Fuente: elaboración propia

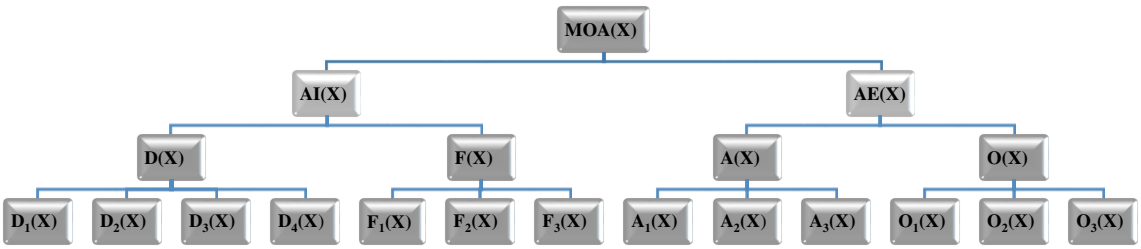


Figura 2: Árbol de predicados. Elaboración propia

A continuación, el cálculo de los predicados por grupos de expertos utilizando las escalas neutrosóficas de la tabla 1 y los operadores matemáticos de la tabla 2:

Predicados Simples	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
$D_1(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,7;0,25;0,3)	(1;0;0)	(0,7;0,25;0,3)	(0,9;0,1;0,1)
$D_2(X)$	(0,3;0,75;0,7)	(1;0;0)	(0,6;0,35;0,4)	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)
$D_3(X)$	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(0,7;0,25;0,3)
$D_4(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)
$F_1(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)
$F_2(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,4;0,65;0,6)	(0,5;0,5;0,5)	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)
$F_3(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(0,9;0,1;0,1)
$A_1(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,7;0,25;0,3)	(0,4;0,65;0,6)
$A_2(X)$	(0,4;0,65;0,6)	(0,7;0,25;0,3)	(0,4;0,65;0,6)	(0,4;0,65;0,6)	(0,6;0,35;0,4)
$A_3(X)$	(0,5;0,5;0,5)	(1;0;0)	(0,6;0,35;0,4)	(1;0;0)	(0,6;0,35;0,4)
$O_1(X)$	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(0,7;0,25;0,3)	(0,4;0,65;0,6)	(0,7;0,25;0,3)
$O_2(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(0,3;0,75;0,7)	(0,8;0,15;0,2)
$O_3(X)$	(0,5;0,5;0,5)	(0,3;0,75;0,7)	(0,5;0,5;0,5)	(0,2;0,85;0,8)	(0,2;0,85;0,8)

Tabla 4: Cálculo del valor de verdad de los predicados simples de los expertos 1 al 5. Fuente: evaluación de expertos. Elaboración propia

Predicados Simples	Experto 6	Experto 7	Experto 8	Experto 9	Experto 10
$D_1(X)$	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(0,6;0,35;0,4)	(0,7;0,25;0,3)
$D_2(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)
$D_3(X)$	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	(0,8;0,15;0,2)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)

Predicados Simples	Experto 6	Experto 7	Experto 8	Experto 9	Experto 10
$D_4(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)
$F_1(X)$	(1;0;0)	(0,7;0,25;0,3)	(0,7;0,25;0,3)	(1;0;0)	(1;0;0)
$F_2(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,5;0,5;0,5)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)
$F_3(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(1;0;0)	(1;0;0)
$A_1(X)$	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	(0,4;0,65;0,6)	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)
$A_2(X)$	(0,4;0,65;0,6)	(1;0;0)	(0,7;0,25;0,3)	(0,7;0,25;0,3)	(0,7;0,25;0,3)
$A_3(X)$	(1;0;0)	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	(0,8;0,15;0,2)	(0,9;0,1;0,1)
$O_1(X)$	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(0,9;0,1;0,1)	(0,7;0,25;0,3)	(0,5;0,5;0,5)
$O_2(X)$	(1;0;0)	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(1;0;0)
$O_3(X)$	(0,6;0,35;0,4)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(0,5;0,5;0,5)	(0,9;0,1;0,1)

Tabla 5: Cálculo del valor de verdad de los predicados simples de los expertos 6 al 10. Fuente: evaluación de expertos. Elaboración propia

Predicados Simples	Experto 11	Experto 12	Experto 13	Experto 14	Experto 15
$D_1(X)$	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(1;0;0)	(1;0;0)
$D_2(X)$	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(0,7;0,25;0,3)	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)
$D_3(X)$	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)
$D_4(X)$	(1;0;0)	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(1;0;0)
$F_1(X)$	(0,6;0,35;0,4)	(0,6;0,35;0,4)	(0,6;0,35;0,4)	(0,6;0,35;0,4)	(0,7;0,25;0,3)
$F_2(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)
$F_3(X)$	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(0,8;0,15;0,2)	(0,7;0,25;0,3)	(0,8;0,15;0,2)
$A_1(X)$	(0,4;0,65;0,6)	(0,5;0,5;0,5)	(0,6;0,35;0,4)	(0,5;0,5;0,5)	(0,4;0,65;0,6)
$A_2(X)$	(0,4;0,65;0,6)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)
$A_3(X)$	(1;0;0)	(1;0;0)	(0,7;0,25;0,3)	(0,6;0,35;0,4)	(1;0;0)
$O_1(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(0,9;0,1;0,1)	(0,7;0,25;0,3)	(0,9;0,1;0,1)	(0,9;0,1;0,1)
$O_2(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(0,5;0,5;0,5)	(0,7;0,25;0,3)	(0,6;0,35;0,4)	(0,7;0,25;0,3)
$O_3(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(0,6;0,35;0,4)	(0,5;0,5;0,5)	(0,5;0,5;0,5)	(0,6;0,35;0,4)

Tabla 6: Cálculo del valor de verdad de los predicados simples de los expertos 11 al 15. Fuente: evaluación de expertos. Elaboración propia

Predicados	**Moda**	**Media**	**Valor de verdad**	**Categoría**
$\boldsymbol{D_1(X)}$	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	Verdadero
$\boldsymbol{D_2(X)}$	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	Verdadero
$\boldsymbol{D_3(X)}$	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	Casi verdadero
$\boldsymbol{D_4(X)}$	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	Verdadero
$\boldsymbol{F_1(X)}$	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	Verdadero
$\boldsymbol{F_2(X)}$	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	Casi verdadero
$\boldsymbol{F_3(X)}$	(0,8;0,15;0,2)	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	Bastante verdadero
$\boldsymbol{A_1(X)}$	(0,9;0,1;0,1)	(1;0;0)	(0,9;0,1;0,1)	Casi verdadero
$\boldsymbol{A_2(X)}$	(0,4;0,65;0,6)	(1;0,016;0,016)	(0,4;0,65;0,6)	Más falso que verdadero

Predicados	Moda	Media	Valor de verdad	Categoría
$A_3(X)$	(1;0;0)	(1;0;0)	(1;0;0)	Verdadero
$O_1(X)$	(0,7;0,25;0,3)	(1;0,001;0,002)	(0,7;0,25;0,3)	Algo verdadero
$O_2(X)$	(0,8;0,15;0,2)	(1;0;0)	(0,8;0,15;0,2)	Bastante verdadero
$O_3(X)$	(0,5;0,5;0,5)	(1;0,098;0,087)	(0,5;0,5;0,5)	Tan verdadero como falso

Tabla 7: Cálculo de los Valores de Verdad de los predicados simples**.** Fuente: evaluación de expertos. Elaboración propia

En el cálculo de los valores de verdad se pudo determinar que de los predicados simples de mayor nivel de valoración son aquellos relacionados con las debilidades y amenazas. Lo que demanda acciones para llevar a cabo un tratamiento eficaz de la ortodoncia donde se procure la calidad de vida del paciente[11, 30-32].

Cálculo de los predicados compuestos

Predicados	Valor de verdad	Categoría
MOA(x)	(0,8;0,15;0,2)	Bastante verdadero
AI(x)	(0,9;0,1;0,1)	Casi verdadero
AE(x)	(0,7;0,25;0,3)	Algo verdadero
D(x)	(0,9;0,1;0,1)	Casi verdadero
F(x)	(0,9;0,1;0,1)	Casi verdadero
A(x)	(0,7;0,25;0,3)	Algo verdadero
O(x)	(0,7;0,25;0,3)	Algo verdadero

Tabla 8: Cálculo de los valores de verdad de los predicados compuestos. Fuente: evaluación de expertos. Elaboración propia

En el cálculo de los predicados compuestos se confirma que, los valores más significativos resultan aquellos relacionados con los factores a nivel interno, las debilidades y amenzas. Lo que indica que es importante trabajar en función de mejorarlos[12, 13, 21, 33]. Con el objetivo de evitar que estos afecten la calidad de los servicios y brinden la posibilidad de aplicación de alguno de estos métodos de ortodoncia acelerada, teniendo en cuenta los beneficios que aportan estos métodos encontrados en la bibliografía consultada[11, 30-32].

4. Discusión

El desarrollo de los procedimientos de corticotomías para disminuir el tiempo de tratamiento y los efectos adversos han evolucionado tanto que en la actualidad se usan las microosteoperaciones que es menos invasivo, pero igual de eficiente. Teniendo en cuenta que los procedimientos realizados en la antigüedad implican una gran invasión en la mucosa incluso llegando al hueso medular produciendo muchos efectos indeseables mientras que en comparación con los actuales son más conservadores. La técnica de piezocisión se creó debido a que no todos los pacientes toleraban las corticotomías. Según Heinrich Khole la corticotomía en bloque es la más invasiva a comparación de las microosteoperforaciones que menciona Minte y Cols. Dentro de las desventajas estaría la poca visibilidad, se requiere del bisturí piezoeléctrico y la dificultad para controlar el injerto óseo [34].

Zúñiga y colaboradores, describen en su estudio de revisión de literatura que la inyección de energía lumínica por medio del láser de baja potencia acelera el movimiento ortodóntico ya que acelera el proceso de reparación ósea en tejidos. La luz que utiliza el láser de baja potencia es una luz monocromática y cuasi-monocromática en la región óptica de 600-1000 nm para tratar de manera no destructiva y no térmica. Este procedimiento presenta muchos beneficios no solo por sus efectos de biomodulación sino también por sus características no invasivas y su facilidad de uso.

Una de las desventajas del láser de baja frecuencia es que este aparato es costoso y que no está disponible en forma masiva para los clínicos por su difícil adquisición. Así mismo en el estudio de Zúñiga, también se describe que falta mucha investigación para poder recomendar dosis o tiempos de irradiación que mejoren la eficacia y seguridad del láser de baja intensidad en la Ortodoncia, ya que la información encontrada requiere aún de mayor evidencia [2].

La interpretación de los resultados obtenidos con la aplicación del método de procesamiento empleado, permitió conocer que, para la adecuada aplicación de los métodos de ortodoncia acelerada planteados en la investigación, resulta importante trabajar sobre las debilidades encontradas a través del análisis estratégico. Lo que debe resultar prioritario para establecer acciones que mejoren ese aspecto a nivel interno. Tomando las fortalezas 1 y 2 como impulso positivo, teniendo en cuenta la disposición de los profesionales de superarse y de esa manera contribuir al tratamiento integral de los pacientes y mejora de la calidad de vida de los mismos. Se propone la selección de métodos que mayor economía de recursos ofrezcan y mejores resultados demostrados se haya obtenido con el empleo de los mismos, teniendo en consideración la competencia que existe en este tipo de servicios.

Conclusiones

Acelerar un tratamiento de ortodoncia permite disminuir los riesgos de desmineralización del esmalte, compromisos periodontales, reabsorción radicular, además de contribuir a tener pacientes más satisfechos y profesionales con consultas más eficientes. De todos los tratamientos de movimiento dental acelerado, el mecanismo de vibraciones es el menos invasivo y con menos contraindicaciones. Está comprobado que dentro de las terapias de administración de fármaco para acelerar el tratamiento ortodóntico, no logra el cien por ciento los efectos deseados debido a que produce un alto porcentaje de efectos adversos por lo que no se recomienda esta terapia. Las micro-osteoperforaciones son superficiales que no comprende un gran tamaño, realizadas en la superficie vestibular o lingual en las tablas corticales, presentando un dolor ligero y poca incomodidad y aceptación del paciente con el fin de acelerar el tratamiento ortodóntico.

La Lógica difusa compensatoria aplicada con números neutrosóficos de valor único, resultó ser un método útil en la valoración por expertos del análisis estratégico a los métodos de Ortodoncia acelerada. Quedó demostrado según el estado de los términos linguisticos, que es de gran importancia trabajar sobre las debilidades detectadas a la hora de aplicar este tipo de proceder en la práctica ortodonsista. Este tipo de páctica puede generar mayor nivel de satisfacción en los pacientes debido a que los tratamientos y técnicas novedosas de este tipo, reducen en gran medida el tiempo y la cantidad de sesiones, garantizando un mejor tratamiento.

Referencias

[1] P. M. Leonardo-Rodríguez and M. Á. González-Jáuregui, "Ortodoncia acelerada con apoyo de corticotomías en paciente adulto," *Oral,* vol. 19, no. 60, pp. 1594-1597, 2019.

[2] S. Cavagnola Zúñiga, A. M. Chaple Gil, and E. Fernández Godoy, "Laser de baja potencia en Ortodoncia," *Revista Cubana de Estomatología,* vol. 55, no. 3, pp. 1-11, 2018.

[3] L. K. B. Villanueva, D. A. V. Intriago, L. K. Á. Gómez, and A. M. I. Morán, "Business Plan for Entrepreneurs, Actors and Organizations of Social and Solidarity Economy based on Neutrosophic AHP-SWOT," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 37, no. 1, p. 27, 2020.

[4] Community Toolbox, "SWOT analysis," 2014. [Online]. Available: http://ctb.ku.edu/en/table-of-contents/assessment/assessing-community-needs-and-resources/determine-service-utilization/main.

[5] J. Cejas Montero, R. Espín Andrade, and D. Alfonso Robaina, "Aplicación de la lógica difusa compensatoria en el sector empresarial," *Dyna,* vol. 87 Mayo -, no. 3, pp. 271-274, 2012. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/284722771.

[6] L. O. Vega de la Cruz, F. Marrero Delgado, and M. C. Pérez Pravia. Evaluación de las actividades de control mediante la lógica difusa compensatoria en una entidad hospitalaria

[7] C. M. Robles Díaz, "Gestión del control interno a través de la lógica difusa compensatoria," Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Industrial, Facultad Ciencias Empresariales y Administración Dpto. Ingeniería Industrial, Universidad de Holguín, Universidad de Holguín, 2019.

[8] R. A. E. Andrade, E. Fernández, and E. González, "Compensatory fuzzy logic: a frame for reasoning and modeling preference knowledge in intelligent systems," in *Soft Computing for Business Intelligence*: Springer, 2014, pp. 3-23.

[9] P. Y. J. Solís, B. A. A. Burgos, M. L. T. Palma, C. Y. M. Álvarez, and F. d. R. C. Paredes, "Compensatory fuzzy logic model for impact assessment when implementing ICT in pedagogical scenarios," *Neutrosophic Sets and Systems, Vol. 26, 2019. Special Issue: Social Neutrosophy in Latin America,* p. 39, 2019.

[10] M. L. Vázquez, E. Santos-Baquerizo, M. S. Delgado, B. C. Bolaños, and D. C. Giler, "Performance analysis of researchers using compensatory fuzzy logic," *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 19, no. 3, p. 482, 2017.

[11] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[12] M. Y. Leyva Vázquez and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[13] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[14] F. Smarandache, M. Abdel-Basset, and S. Broumi, "Neutrosophic Sets and Systems, vol. 40, 2021," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 40, no. 1, pp. 32-32, 2021. [Online]. Available: https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol40/iss1/16.

[15] J. R. Viteri Moya, G. A. Álvarez Gómez, C. Viteri Sánchez, and M. Y. Leyva Vázquez, "Leadership in the transformation of higher edu-synchronous cation," *Universidad y Sociedad,* Article vol. 13, no. S2, pp. 139-146, 2021. [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85116125920&partnerID=40&md5=724ed51129aa3a962c5cb6e4070ea36f.

[16] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets and Systems,* Article vol. 34, pp. 204-213, 2020, doi: 10.5281/zenodo.3820430.

[17] F. Smarandache, M. A. Quiroz-Martínez, J. E. Ricardo, N. B. Hernández, and M. Y. Leyva Vázquez, "Application of neutrosophic offsets for digital image processing," *Investigacion Operacional,* Article vol. 41, no. 5, pp. 603-611, 2020. [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85089004744&partnerID=40&md5=bd234439436af471c84f5c133b14709d.

[18] Y. R. Pena, J. R. Hechavarria Hernandez, and M. L. Vazquez, "Problem-based learning. An experience on the inclusion of quality problems in Educational Software Engineering," in *2018 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council, WEEF-GEDC 2018*, 2019, doi: 10.1109/WEEF-GEDC.2018.8629761. [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062849772&doi=10.1109%2fWEEF-GEDC.2018.8629761&partnerID=40&md5=09839a63c0c7644e7a984ad170f37997

[19] R. Cabezas, J. G. Ruizº, and M. Leyva, "A Knowledge-based Recommendation Framework using SVN," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 16, p. 24, 2017.

[20] M. Leyva-Vázquez, K. Pérez-Teruel, and R. I. John, "A model for enterprise architecture scenario analysis based on fuzzy cognitive maps and OWA operators," in *CONIELECOMP 2014 - 24th International Conference on Electronics, Communications and Computers*, 2014, pp. 243-247, doi: 10.1109/CONIELECOMP.2014.6808598. [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84901280778&doi=10.1109%2fCONIELECOMP.2014.6808598&partnerID=40&md5=61b39e75899e521eff338df05bd0ae95

[21] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[22] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[23] C. Minte-Hidalgo, M. Alikhani, C. Teixeira, and P. Sandoval-Vidal, "Teoría Bifásica del Movimiento Dentario Aplicada Mediante Micro-Osteo-Perforaciones," *International journal of odontostomatology,* vol. 13, no. 2, pp. 180-183, 2019.

[24] N. Leiva, C. Stange, F. Ayala, V. Fuentes, and C. G. Morovic, "Distracción osteogénica del maxilar y manejo ortodóncico integral en paciente con síndrome de Pfeiffer. Reporte de caso," *Odontología sanmarquina,* vol. 22, no. 3, pp. 211-218, 2019.

[25] O. E. Bernal, "Tratamiento ortodóncico asistido por corticotomías," *Rev Mex Periodontol,* vol. 7, no. 2, pp. 44-49, 2016.

[26] E. Losoviz, E. Ganiewich, and S. Flores de Suárez, "Actualidad en ortodoncia: las micro-osteoperforaciones en la aceleración del tratamiento ortodóncico," *Rev. Ateneo Argent. Odontol,* pp. 39-54, 2020.

[27] V. Goyal, R. K. Singh, N. Gupta, G. Singh, and A. Relhan, "Role of Vibrations in Orthodontics: A Review," *Orthodontic Journal of Nepal,* vol. 8, no. 2, pp. 50-54, 2018.

[28] S. Mercado, B. Carreón, and N. Zapana, "Movimiento dental acelerado mediante fuerzas vibratorias (ACCELEDENT®) en tratamientos ortodónticos contemporáneos llevada a la práctica diaria," *Evid. odontol. clín,* pp. 67-72, 2016.

[29] R. González Padilla and C. Razo Lira, "Aceleración del tratamiento de ortodoncia técnica de activación biológica," *Rev Latinoam Ortodon Odontoped*.

[30] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, p. 1136, 2019.

[31] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[32] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[33] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[34] N. P. Skármeta, M. C. Pesce, J. Saldivia, P. Espinoza Mellado, F. Montini, and C. Sotomayor, "Changes in understanding of painful temporomandibular disorders: the history of a transformation," 2019.

Recibido: Mayo 28, 2022. **Aceptado:** Junio 20, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Selección de tratamiento contra el Covid 19 a través de un análisis neutrosófico

Treatment selection against Covid 19 through neutrosophic analysis

María Fernanda Latorre Barragán[1], María José Guzmán Chango[2], and Josué Sebastián Chasi Benavides[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9280-705X
E-mail: ua.marialatorre@uniandes.edu.ec

[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador. Orcid. https://orcid.org/0000-0001-9180-241X
E-mail: ma.mariajgc89@uniandes.edu.ec

[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2694-9241
E-mail: ma.josuescb@uniandes.edu.ec

Resumen. Desde la aparición en China del virus del SARS-CoV-2, en diciembre del 2019, el mundo cambió para todos. A pesar de mantenerse en cuarentena y ejecutar estrategias preventivas para impedir el aumento de casos positivos frente a la pandemia, los individuos empezaron a manifestar preocupación. No solamente por el bajo déficit de estrategias sanitarias, sino por el riesgo de muerte que este virus ocasiona. En la actualidad se ha registrado una rápida propagación de esta nueva enfermedad, con un incremento exponencial del número de casos y muertes. Así fue, como muchas personas comenzaron a utilizar diferentes fármacos con el fin de disminuir los síntomas o evitar la replicación viral. En la actualidad se estudian y evalúan varios tratamientos ya existentes con anterioridad, en aras de agilizar una solución ante la enfermedad, considerando que crear nuevos fármacos requiere de años de pruebas, recursos y ensayos. El uso de las herramientas multicriterio, y de la neutrosofía, permitieron determinar los medicamentos usados a nivel internacional con mejores posibilidades de aplicación, de acuerdo a los criterios de evaluación concebidos.

Palabras Claves: SARS-CoV-2, pandemia, fármacos, herramientas multicriterio, neutrosofía

Abstract. Since the emergence of SARS-CoV-2 virus in China in December 2019, the world has changed for everyone. Despite staying in quarantine and executing preventive strategies to prevent the increase of positive cases in the face of the pandemic, individuals began to express concern. Not only because of the low deficit of health strategies, but also because of the risk of death caused by this virus. At present, there has been a rapid spread of this new disease, with an exponential increase in the number of cases and deaths. Thus, many people began to use different drugs in order to reduce symptoms or prevent viral replication. Currently, several existing treatments are being studied and evaluated in order to speed up a solution to the disease, considering that creating new drugs requires years of testing, resources and trials. The use of multi-criteria tools and neutrosophy made it possible to determine the drugs used at international level with the best application possibilities, according to the evaluation criteria conceived.

Keywords: SARS-CoV-2, pandemic, drugs, multicriteria tools, neutrosophy.

1. Introducción

En diciembre de 2019 un grupo de pacientes, entre ellos trabajadores de un mercado de alimentos, fueron reportados por presentar cuadros clínicos de neumonía severa de etiología desconocida en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei en China. Esta infección, ahora conocida como Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), causada por el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-COV 2), alcanzó a propagarse en el resto de la provincia de Hubei y después en el mundo entero, declarándose pandemia mundial el 11 de marzo de 2020.

A medida que nuevos casos de COVID-19 surgían, se reportaban en detalle una gran variedad de cuadros clínicos. Estos últimos son capaces de desencadenar una respuesta inmunitaria inicial que, al no ser controlada,

produce hipercitocinemia, deterioro inflamatorio sistémico y, en algunas ocasiones, falla orgánica múltiple. Por esta razón, esta infección es considerada una patología de enorme dificultad para tratar y con un gran efecto sobre la morbimortalidad mundial.[1]

Para el 30 de enero del 2020, el Director General de la OMS en sus declaraciones, declaró al COVID-19 como una emergencia de salud pública, de gran relevancia internacional, conforme con el Reglamento Sanitario Internacional (2005). El primer caso confirmado en la región de las Américas, se registró en los Estados Unidos, en fecha 20 de enero del 2020, mientras que Brasil reportó el primer caso correspondiente a América Latina y el Caribe, en fecha 26 de febrero del 2020. El COVID-19 a partir de ese momento se ha propagado a los 54 países y territorios de la región de las Américas. Hasta el 4 de mayo del 2020 la Organización Mundial de la Salud había registrado un total de 1.477.448 casos confirmados. Además de un total de 86.342 muertos y el virus presente en los 54 países, zonas y territorios contados con fines epidemiológicos. [2]

El SARS-COV 2 es altamente contagioso y transmitible entre los humanos. Su modo de transmisión es aéreo por contacto directo e indirecto con gotas de Flügge por vías respiratorias superiores. Esta forma de propagación influyó en la rápida expansión geográfica de SARS-COV 2, por lo que la OMS declaró emergencia sanitaria. Fue justificada en base al impacto que podría tener esta infección a nivel mundial, especialmente en países subdesarrollados, en donde la atención hospitalaria y sanitaria es limitada. Al momento en que la OMS declaró enfermedad pandémica al COVID-19 o infección por SARS-COV 2, ya se habían registrado 81.181 casos con 3.277 fallecidos con una tasa de mortalidad de 4,04% en China.

La respuesta científica para conocer al SARS-COV 2 y la infección que causa fue rápida, a pesar de ello, existen ciertos temas inconclusos o con información fragmentada. Por ejemplo, varios estudios realizados en diversos territorios detallan los componentes de peligro y el pronóstico de esta patología. Estos pueden variar por condiciones propias de la salud pública o factores dependientes de la ubicación geográfica. Estos escenarios no han permitido la generación de recomendaciones terapéuticas sólidas que puedan ser usadas en la población a nivel global.

En cuanto al SARS-CoV 2, aun en la actualidad se realizan estudios que buscan describir los procesos biológicos que producen cambios y daños dentro del ser humano para poder establecerse. Es así como se conoce que el virus tiene un período de incubación que oscila entre 2 a 14 días, con un promedio de 5 y 7 días en el que se presenta el cuadro clínico.[3]

La presencia de SARS-COV 2 no siempre produce sintomatología ya que algunos pacientes no reportan ningún signo ni síntoma de la infección. A estos pacientes se los clasifica como infectados asintomáticos. Por otra parte, los pacientes infectados que presentan signos y síntomas de COVID-19 no siempre son calificados con la misma gravedad. Así, la sintomatología causada por COVID-19 puede ser clasificada como leve, severa, grave y crítica.[4]

Algunos de los síntomas clínicos que varían en gravedad son: fiebre a nivel general y sistémica, disnea, tos seca, fatiga, diarrea, pérdidas súbitas del olfato y gusto y algunos otros que se consideran menos comunes. Otros cuadros más graves se caracterizan por neumonía, síndrome de dificultad respiratoria aguda, sepsis e incluso el choque séptico. Alrededor del 10 % de los pacientes no logran controlar y neutralizar la infección, lo que permite el avance del virus del tracto respiratorio superior al tracto respiratorio inferior. Así se desarrolla en el paciente la neumonía, que puede llegar a ser severa, con crítica e inestable hemodinámica, que se caracteriza por un fallo respiratorio que requiere ventilación mecánica. En este punto, las complicaciones del paciente disminuyen su probabilidad de vida [4], [5].

Esta pandemia por coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) plantea a todos los niveles (internacional, nacional y regional) nuevos retos en la gestión sanitaria, que en la actualidad presenta múltiples incertidumbres. Uno de estos retos más resaltantes se refiere a la terapia farmacológica más idónea. Se busca que beneficie la curación de los pacientes contagiados y prevenir la infección en la población que se encuentra sana. La realidad actual es que no existe ningún tratamiento farmacológico específico para el tratamiento COVID-19 cuya eficacia y seguridad se encuentre demostrada en estudios de calidad contrastada. Sin embargo, existen algunas alternativas propuestas desde un enfoque experimental con la finalidad de que sean útiles en el tratamiento de esta enfermedad.

La Organización Mundial de la Salud (2020) ha dejado claro que en la actualidad no existe ningún medicamento autorizado para el tratamiento o la prevención de la COVID-19. Aclaran que, hasta la fecha, no es recomendable ningún medicamento específico para la prevención o el tratamiento de la infección. No obstante, es fundamental atender adecuadamente a las personas contagiadas por este virus a los fines de aliviar y tratar la sintomatología que se presente y administrar las medidas de apoyo optimizadas a aquellos pacientes que presenten síntomas graves. Asimismo, se encuentran en estudio algunos tratamientos específicos que se probarán en ensayos clínicos.[6]

En este orden de ideas, el tratamiento farmacológico se indica en base a medicamentos usados para otras enfermedades y que, dada su composición, podrían ser útiles en el tratamiento de este nuevo coronavirus. Una característica común de los medicamentos utilizados para el Covid 19 hasta la actualidad, es que la mayoría de estos medicamentos son antivirales y en muchos países han reportado su efectividad.

La cantidad tan grande de contagios y muertes y una distribución mundial tan extensa, el desconocimiento general de muchos aspectos tanto del virus, como de la enfermedad y la premura por encontrar soluciones que normalicen la salud de la población mundial, ha llevado a los investigadores y las agencias de salud pública a que en lugar de crear compuestos desde cero, se encuentran en la búsqueda de reutilizar medicamentos ya aprobados para otras enfermedades y de los cuales se sabe que son, en gran medida seguros. Asimismo, se encuentran analizando medicamentos no aprobados que han funcionado bien en estudios con animales y usados contra los otros dos coronavirus mortales.[6]

En atención a estos los fármacos utilizados internacionalmente con éxito en el tratamiento del COVID-19 y respaldados por estudios de carácter científico, se desarrollará la presente investigación [5]–[7]. Ellos son:

Hidroxicloroquina

La hidroxicloroquina pertenece a la tipología de medicamentos nombrados antimaláricos. Es usada en la prevención y tratamiento de los ataques agudos de malaria. Asimismo, se utiliza para el tratamiento del lupus eritematoso sistémico y discoide, así como para tratar la artritis reumatoide en aquellos pacientes cuyos síntomas persisten pese a otros tratamientos.

Actualmente, la hidroxicloroquina se está usando en ensayos clínicos relacionados con el tratamiento del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). Recientemente se usó en un ensayo con pacientes para el tratamiento del COVID-19, el cual arrojó como resultado que el 100% de los pacientes tratados con este fármaco "en combinación con la azitromicina antibiótica macrólida se curaron virológicamente en comparación con el 57.1% en pacientes tratados con hidroxicloroquina sola, y 12.5% en el grupo control".

En estudio relacionado con la consideración de eventos adversos graves en la prolongación de los tratamientos del COVID 19 [8], específicamente de la revisión del estudio de Gautret et al., quien administró hidroxicloroquina para el tratamiento de esta enfermedad, concluyó:

- Actualmente no existe un tratamiento efectivo bien validado para el COVID-19.
- La cloroquina/hidroxicloroquina ha mostrado eficacia in vitro frente al COVID-19 pero no hay ensayos clínicos que corroboren su utilidad en la práctica clínica.
- El estudio de Gautret et al., a partir de 36 pacientes, ha mostrado una reducción significativa con hidroxicloroquina en la carga viral del COVID-19 a los 6 días de la inclusión.
- La adición de azitromicina se ha asociado a resultados aún más positivo.
- Es preciso considerar la posibilidad de eventos adversos graves (prolongación del intervalo QT, arritmias) asociados al uso de hidroxicloroquina y azitromicina.
- El uso masivo de estos fármacos fuera de indicación para el COVID-19 puede poner en riesgo el suministro ordinario para la malaria, lupus o artritis reumatoide. [8]

La OMS refiere que a pesar de que están en marcha varios ensayos de medicamentos, hasta el momento no se ha demostrado que la hidroxicloroquina ni ningún otro fármaco puedan curar o prevenir la COVID-19. El uso indebido de la hidroxicloroquina puede provocar graves efectos secundarios y problemas de salud e incluso causar la muerte.

Remdesivir

Remdesivir es un inhibidor análogo de nucleótidos de la ARN-polimerasa dependiente de ARN EBOV. Dyer y col. 2019, referidos por [8]"describieron los hallazgos preliminares de una tasa de mortalidad del 33% en 499 pacientes tratados con remdesivir contra la enfermedad por EBOV en las primeras etapas de la infección". Asimismo, estos autores observaron una tasa de mortalidad del 75% de pacientes infectados no tratados durante el mismo período epidémico.

Por otra parte, [7] se refiere que el Remdesivir el cual fue diseñado originalmente para el tratamiento del ébola, no mostró ser efectivo. No obstante, parece tener potencial en el tratamiento de los coronavirus en base a pruebas de células cultivadas en laboratorios. Igualmente, existen reportes anecdóticos de que este tratamiento ha sido beneficioso en pacientes con COVID-19, sin embargo, no resulta suficiente con el propósito de aseverar que la droga es efectiva.

Por otro lado, a fines de abril 2020, la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos emitió una aprobación de emergencia para el fármaco remdesivir a objeto de que se usara en el tratamiento de pacientes gravemente enfermos con COVID-19. "El FDA se apresuró a aprobar remdesivir bajo disposiciones de uso de emergencia, después de que un ensayo federal demostró mejoras modestas en pacientes gravemente enfermos". [7]

Lopinavir-Ritonavir

La combinación de lopinavir y ritonavir es usada junto con otros medicamentos con la finalidad de tratar el virus de inmunodeficiencia humana (VIH). Lopinavir y ritonavir son del grupo de los medicamentos nombrados como inhibidores de la proteasa. Su efecto se produce al reducir la cantidad de VIH en la sangre. Al tomarse juntos ambos medicamentos, lopinavir y ritonavir, colaboran en aumentar la cantidad de lopinavir en el cuerpo a objeto de que el medicamento tenga un mayor efecto. "A pesar de lopinavir y ritonavir no cura el VIH, estos medicamentos pueden disminuir la probabilidad de desarrollar síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) y enfermedades asociadas al VIH, como infecciones graves o cáncer". [7]

Quedando claro el uso habitual en varios países de la combinación de lopinavir-ritonavir en el tratamiento del SIDA, es importante resaltar su importancia para el tratamiento del COVID 19. Ambas drogas son inhibidores de la proteasa del VIH, pero ritonavir también es un inhibidor de citocromo P450 y GP, un hecho que respalda las actividades farmacocinéticas y farmacodinámicas de lopinavir contra el VIH. Dicha combinación, más el interferón b-1b, se encuentra en la fase 2 para el tratamiento con MERS. [8]

Acerca del uso de lopinavir-ritonavir en el tratamiento del COVID 19, varios autores [9] realizaron el siguiente estudio: Un ensayo aleatorizado, controlado y abierto que incluyó a pacientes adultos hospitalizados con infección confirmada por SARS-CoV-2, que causa la enfermedad respiratoria COVID-19 y una saturación de oxígeno (Sao2) del 94% o menos mientras respiraban a temperatura ambiente, aire o una relación de la presión parcial de oxígeno (Pao2) a la fracción de oxígeno inspirado (Fio2) de menos de 300 mm Hg. Un total de 199 pacientes con infección por SARS-CoV-2 confirmada por laboratorio se sometieron a aleatorización; 99 fueron asignados al grupo de lopinavir-ritonavir, y 100 al grupo de atención estándar.

Los autores concluyeron: en pacientes adultos hospitalizados con COVID-19 grave, no se observó ningún beneficio con el tratamiento con lopinavir-ritonavir más allá de la atención estándar. En conclusión, encontraron que el tratamiento con lopinavir-ritonavir no aceleró significativamente la mejoría clínica, redujo la mortalidad ni disminuyó la detección de ARN viral de la garganta en pacientes con COVID-19 grave. Estos datos iniciales deberían informar futuros estudios para evaluar este y otros medicamentos en el tratamiento de la infección por SARS-CoV-2. Queda por determinar si combinar lopinavir-ritonavir con otros agentes antivirales, como se ha hecho en SARS5,20 y se está estudiando en MERS-CoV podría aumentar los efectos antivirales y mejorar los resultados clínicos.

Interferón

Autores [10], refieren acerca del interferón (INF) que se trata de un fármaco antineoplásico biológico, que se usa en el tratamiento de múltiples neoplasias hematológicas y enfermedades cutáneas. Descubierto en 1957 en Inglaterra, por un virólogo suizo llamado Jean Lindenmannace. Se encuentran varios tipos de interferón en base a sus acciones inmunomoduladoras y antivirales. En la actualidad el INF cuenta con la aprobación de la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos para 6 indicaciones específicas: El sarcoma de kaposi (SK) relacionado al VIH, la hepatitis B, el condiloma acuminado, el linfoma folicular, la leucemia por células peludas y el melanoma.

Asimismo, estos autores, en abril de este año realizaron una búsqueda de la literatura relacionada con estudios científicos, con la finalidad de dar respuesta a la interrogante: ¿Cuál es la eficacia del Interferón en el tratamiento de los pacientes con diagnóstico de COVID-19?, donde concluyeron que no existe evidencia clínica en humanos acerca de la acción del interferón en las infecciones por los coronavirus SARS y MERS. Las propuestas farmacológicas recientes para el tratamiento de la infección por SARS-CoV-2 se extrapolan de estos hallazgos in vitro. Las terapias de apoyo junto al uso de antivirales en la regulación inmune son importantes a tomarse en cuenta, principalmente en aquellos pacientes que se encuentran en estado grave y crítico. En estos podría mejorar la respuesta clínica y en algunos casos podría colaborar en evitar lesiones pulmonares residuales.

Los interferones (IFN) son proteínas que se unen a los receptores de las superficies celulares e inician cascadas de señalización JAK-STAT, con regulación transcripcional de genes controlados por interferones y efectos contra algunos virus como el virus de la hepatitis B y el virus de la hepatitis C. Se describe que el interferón humano recombinante a2b tiene efectos inhibitorios sobre MERS-CoV y SARS-CoV. Los ensayos clínicos encontrados

hasta la actualidad, demuestran la eficacia y seguridad del interferón humano recombinante a2b en el tratamiento de pacientes con nueva infección por coronavirus. [8]

Oseltamivir

El oseltamivir es otro medicamento aprobado para el tratamiento de la gripe A y B; inhibe la neuramina-idasa viral y, en consecuencia, bloquea la liberación de partículas virales de las células huésped, reduciendo la propagación en el tracto respiratorio. Además, el uso de oseltamivir ya se informó durante la epidemia de COVID-19 en China, con o sin antibióticos y corticosteroides. El oseltamivir también se usa en un ensayo clínico con múltiples combinaciones con cloroquina y favipiravir, un análogo de nucleósido que es bien conocido como un medicamento antiviral de amplio espectro. Ha mostrado una CE50 de 61.88 μM contra SARS-CoV-2 y baja toxicidad (CC50> 400 μM). [8]

Arbidol y Favipiravir

El Arbidol y el Favipiravir están entre los medicamentos recomendados por la Organización Mundial de la Salud para el tratamiento de la COVID 19. Se llevó a cabo un estudio acerca del Arbidol en el tratamiento del COVID 19 [7], en el que refieren lo siguiente: Realizamos un ensayo prospectivo, aleatorizado, controlado, abierto y multicéntrico. con pacientes adultos con COVID-19. Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en un 1: 1 relación para recibir terapia convencional más Umifenovir (Arbidol) (200 mg * 3 / día) o Favipiravir (1600 mg * 2 / primer día seguido de 600 mg * 2 / día) durante 10 días.

El primer resultado fue la tasa de recuperación clínica del día 7. Latencia al alivio de la pirexia y la tos, la tasa de oxigenoterapia auxiliar (AOT) o ventilación mecánica no invasiva (NMV) fueron los resultados secundarios. Los datos de seguridad fueron recolectados durante 17 días. Conclusiones: En comparación con Arbidol, Favipiravir no mejora significativamente la tasa de recuperación clínica del día 7. El favipiravir se asocia con una latencia significativamente acortada para el alivio de pirexia y tos. Los efectos adversos asociados a los antivirales de Favipiravir son leves y manejables.

Vitamina C

Finalmente, la vitamina C tiene actividad antioxidante y puede reducir el estrés oxidativo y la inflamación. Efectos que mejoran la síntesis de vasopresores, mejoran la función de las células inmunes, mejoran la función endovascular y proporcionan modificaciones inmunológicas epigenéticas. Los ensayos clínicos han demostrado datos prometedores sobre la mejora de la mortalidad en la sepsis. No obstante, se necesitan estudios más extensos para validar estas conclusiones. [8]

La presente investigación busca identificar, de acuerdo al criterio de varios especialistas, reducir el compendio de medicamentos utilizados a nivel mundial, de los utilizados para contrarrestar el Covid-19. Como apoyo al proceso de la toma de decisiones, se emplean métodos de decisión multicriterios y la aplicación de la neutrosofía. Paralelamente, se utilizan métodos de generación de ideas, la revisión a la base documental y bibliográfica. La primera sección del presente trabajo se centra en proveer una base teórica sobre los principales métodos empleados durante el estudio, posteriormente se procede a la aplicación de los métodos planteados tras lo cual se muestran los resultados obtenidos.

2. Método

Se definen, primeramente, algunos conceptos básicos sobre la teoría neutrosófica y su relación con el método multicriterios utilizado[11]–[15].

Definición 1 Sea X un espacio de puntos (objetos) con elementos genéricos en X denotados por x. Un conjunto neutrosófico de un solo valor (SVNS) A en X se caracteriza por la función de pertenencia de verdad TA (x), la función de pertenencia de indeterminación IA (x) y la función de pertenencia de falsedad FA (x). Entonces, un SVNS A puede ser denotado por A = {x, TA(x), IA(x), FA(x) x ∈ X}, donde TA (x), IA (x), FA (x) ∈ [0, 1] para cada punto x en X. Por tanto, la suma de TA (x), IA (x) y FA (x) satisface la condición $0 \leq TA(x) + IA(x) + FA(x) \leq 3$.[16], [17]. Por conveniencia, un número SVN se denota por A = $(a\ b\ c)$, donde a,b,c ∈ [0,1] y $a + b + c \leq 3$

Definición 2 Sea $A_1 = A_1 = (a_1,b_1,c_1)$ y $A_2 = (a_2,b_2,c_2)$ dos números SVN, entonces la sumatoria entre A_1 y A_2 se define de la siguiente manera:

$$A_1 + A_2 = (a_1 + a_2 - a_1a_2,\ b_1b_2,\ c_1c_2) \quad (1)$$

Definición 3 Sea $A_1 = (a_1,b_1,c_1)$ y $A_2 = (a_2,b_2,c_2)$ dos números SVN entonces la multiplicación entre A_1 y A_2 se define de la siguiente manera:

$A_1 * A_2 = (a_1a_2, b_1 + b_2 - b_1b_2, c_1 + c_2 - c_1c_2)$ (2)

Definición 4. Sea A = (a,b,c) un número SVN y $\lambda \in \mathbb{R}$ un número real positivo arbitrario, entonces:

$\lambda A = \left(1-(1-a)^{\lambda}, b^{\lambda}, c^{\lambda}\right), \lambda > 0$ (3)

Definición 5. Sea $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ un conjunto de n números SVN, donde $A_j = (a_j,b_j,c_j)$ (j= 1,2,…,n). el operador promedio ponderado neutrosófico de valor único en ellos se define por:

$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j A_j = \left(1-\prod_{j=1}^{n}(1-a_j)^{\lambda_j}, \prod_{j=1}^{n} b_j^{\lambda_j}, \prod_{j=1}^{n} c_j^{\lambda_j}\right)$ (4)

Donde λ_j es el peso de A_j (j= 1,2,…,n), $\lambda_j \in [0,1]$ y $\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$

Definición 6. Sea $A^* = \{A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*\}$ un vector de n números SVN, tal que $A_j^* = (a_j^*,b_j^*,c_j^*)$ (j= 1,2,…,n), y $B_i = \{B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im}\}$ (i= 1,2,…,m), (j= 1,2,…,n). Entonces, la media de separación entre B_i and A^* basada en la distancia euclidiana se define de la siguiente manera:

$s_i = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left(|a_{ij}-a_j^*|\right)^2 + \left(|b_{ij}-b_j^*|\right)^2 + \left(|c_{ij}-c_j^*|\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}$ (5)

(i= 1,2,…,m)

Definición 7. Sea A = (a,b,c) un número neutrosófico de valor único, una función de puntuación S de un valor neutrosófico de valor único, basada en el grado de pertinencia a la verdad, el grado de pertinencia a la indeterminación y el grado de pertinencia a la falsedad, se define mediante:

$S(A) = \frac{1+a-2b-c}{2}$ (6)

donde $S(A) \in [-1,1]$

La función de puntuación S se reduce a la función de puntuación propuesta por [18] si b = 0 y a + b ≤ 1.

El concepto de variable lingüística es muy útil para resolver problemas de toma de decisiones con contenido complejo. El valor de una variable lingüística se expresa como un elemento de su conjunto de términos. Dichos valores lingüísticos se pueden representar utilizando números neutrosóficos de un solo valor[1-3].

En el método, hay k-tomadores de decisiones, m-alternativas y n-criterios. Los tomadores de decisiones k evalúan la importancia de las m-alternativas bajo n-criterios y clasifican el desempeño de los n-criterios con respecto a declaraciones lingüísticas convertidas en números neutrosóficos de un solo valor. Los pesos de importancia basados en valores neutrosóficos de valor único de los términos lingüísticos se dan en la Tabla 1[4-6].

Variable Lingüística	SVNSs
Sin influencia/ No importante	(0.9;0.1;0.1)
Baja influencia/importante	(0.75;0.25;0.20)
Influencia media/importante	(0.50;0.5;0.50)
Alta influencia/importante	(0.35;0.75;0.80)
Muy alta influencia/importante	(0.10;0.90;0.90)

Tabla 1: Variable lingüística y números neutrosóficos de valor único (SVNNs). Fuente:[19]

El método TOPSIS para SVNS empleado consiste en lo siguiente [20]:

Suponiendo que $A = \{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m\}$ es un conjunto de alternativas y $G = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}$ es un conjunto de criterios, se llevarán a cabo los pasos siguientes[7-9]:

Paso 1: Determinar la importancia relativa de los expertos. Para ello los especialistas evalúan según la escala lingüística que aparece en la Tabla 1, y se realizan los cálculos con su NNVU asociado, llámese $A_t = (a_t, b_t, c_t)$ al SVNS correspondiente al t-ésimo decisor (t = 1, 2,…, k). El peso se calcula por la fórmula siguiente[7-9]:

$\delta_t = \frac{a_t + b_t\left(\frac{a_t}{a_t+c_t}\right)}{\sum_{t=1}^{k} a_t + b_t\left(\frac{a_t}{a_t+c_t}\right)}$ (7)

$\delta_t \geq 0 \; and \; \sum_{t=1}^{k} \delta_t = 1$

Paso 2: Construcción de la matriz de decisión neutrosófica de valores únicos agregados. Esta matriz se define por $D = \sum_{t=1}^{k} \lambda_t D^t$, donde $d_{ij} = (u_{ij}, r_{ij}, v_{ij})$ y se utiliza para agregar todas las evaluaciones individuales. d_{ij} se calcula como la agregación de las evaluaciones dadas por cada experto $(u_{ij}^t, r_{ij}^t, v_{ij}^t)$, utilizando los pesos λ_t de cada uno con ayuda de la Ecuación 4. De esta manera se obtiene una matriz $D = (d_{ij})_{ij}$, donde cada d_{ij} es un NNVU (i = 1,2,.., m; j = 1,2,…, n)[7-9].

Paso 3: Determinación del Peso de los Criterios. Supóngase que el peso de cada criterio está dado por $W = (w_1, w_2,\dots, w_n)$, donde w_j denota la importancia relativa al criterio $\lambda_t w_j^t = (a_j^t, b_j^t, c_j^t)$. Si es la evaluación del criterio λ_t por el t-ésimo experto. Entonces se utiliza la Ecuación 4, para agregar los w_j^t con los pesos λ_t.

Paso 4: Construcción de la matriz de decisión neutrosófica de la media ponderada de valores únicos con respecto a los criterios.

$$D^* = D * W, \quad (8)$$

$$donde\ d_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

Paso 5: Cálculo de las soluciones ideales NNVU positiva y negativa. Los criterios pueden ser clasificados como de tipo costo o tipo beneficio. Sea G_1 el conjunto de criterios tipo beneficios y G_2 los criterios tipo costo. Las alternativas ideales se definirán de la siguiente forma:

La solución ideal positiva, correspondientes a G_1.

$$\rho^+ = a_{\rho+w}(\beta_j), b_{\rho+w}(\beta_j), ac_{\rho+w}(\beta_j) \quad (9)$$

La solución ideal negativa, correspondientes a G_2.

$$\rho^- = (a_{\rho-w}(\beta_j), b_{\rho-w}(\beta_j), ac_{\rho-w}(\beta_j)) \quad (10)$$

Donde:

$$a_{\rho+w}(\beta_j) = \begin{cases} max_i a_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_1 \\ min_i a_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_2, \end{cases} \qquad a_{\rho-w}(\beta_j) = \begin{cases} min_i a_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_1 \\ max_i a_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_2, \end{cases}$$

$$b_{\rho+w}(\beta_j) = \begin{cases} max_i b_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_1 \\ min_i b_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_2, \end{cases} \qquad b_{\rho-w}(\beta_j) = \begin{cases} min_i b_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_1 \\ max_i b_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_2, \end{cases}$$

$$c_{\rho+w}(\beta_j) = \begin{cases} max_i c_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_1 \\ min_i c_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_2, \end{cases} \qquad c_{\rho-w}(\beta_j) = \begin{cases} min_i c_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_1 \\ max_i c_{\rho iw}(\beta_j), si\ j\epsilon G_2, \end{cases}$$

Paso 6: Cálculo de las distancias a las soluciones ideales NNVU positiva y negativa. Con ayuda de la Ecuación 5, se calculan las ecuaciones siguientes:

$$d_i^+ = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(a_{ij} - a_j^+\right)^2 + \left(b_{ij} - b_j^+\right)^2 + \left(c_{ij} - c_j^+\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

$$d_i^- = \left(\frac{1}{3}\sum_{j=1}^{n}\left\{\left(a_{ij} - a_j^-\right)^2 + \left(b_{ij} - b_j^-\right)^2 + \left(c_{ij} - c_j^-\right)^2\right\}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Paso 7: Cálculo del Coeficiente de Proximidad (CP). Se calcula el CP de cada alternativa respecto a las soluciones ideales positiva y negativa.

$$\widetilde{\rho_j} = \frac{s^-}{s^+ + s^-} \quad (13)$$

Donde $0 \leq \widetilde{\rho_j} \leq 1$.

Paso 8: Determinación del orden de las alternativas. Se ordenan acorde a lo alcanzado por $\widetilde{\rho_j}$. Las alternativas están ordenadas de mayor a menor, con la condición de que $\widetilde{\rho_j} \rightarrow 1$ sea la solución óptima.

2.1 Metodología

Para el desarrollo del presente estudio se llevó a cabo una búsqueda con el propósito de recopilar y seleccionar el material bibliográfico digitalizado. Esto permitió desarrollar el tema del tratamiento farmacológico del COVID-19, en virtud de lo cual, se clasifica la investigación llevada a cabo como de tipo documental o bibliográfica.

El material digitalizado fue ubicado por medio de bases de datos y páginas web relacionadas con el área de la salud mundial y la neutrosofía. Para la búsqueda se utilizaron los siguientes descriptores: "Covid 19", "Coronavirus"; "tratamiento del covid 19" y "tratamiento farmacológico del covid 19". La búsqueda arrojó aproximadamente un centenar de miles de registros bibliográficos, los cuales posteriormente fueron filtrados atendiendo a los criterios de idioma los cuales fueron español e inglés, relevancia del tema, con una correlación temática y actuales.

3. Resultados

Para el desarrollo del análisis se cuenta con 5 expertos, especialistas en inmunología y médicos generales, plenamente capacitados para la evaluación de los tratamientos seleccionadas. Se pide a los expertos su opinión sobre qué medicamentos de los listados pueden ser de mayor peso para el tratamiento del COVID-19, considerando que ya son varios los utilizados a nivel mundial, teniendo en cuenta:

C1. Tiempo de recesión de síntomas
C2. Duración del ciclo de tratamiento
C3. Comprobado mediante estudios clínicos suficientes
C4. Disponibilidad y estabilidad
C5. Costo

Para el estudio propuesto, los expertos consideraron que los criterios a evaluar no poseen el mismo nivel de significación. A pesar de que el "Costo", como en casi todo lo que influye en la vida en general, el "Tiempo de recesión de los síntomas" y la "Duración del ciclo de tratamiento", también poseen elevado significado para la evaluación a realizar, de acuerdo a los elementos que se muestran en la tabla 2.

Criterio	Peso del criterio

Tiempo de recesión de síntomas	(0.85573;0.14427;0.13195)
Duración del ciclo de tratamiento	(0.85573;0.14427;0.13195)
Comprobado mediante estudios clínicos suficientes	(0.76091;0.23909;0.20913)
Disponibilidad y estabilidad	(0.72536;0.27464;0.25119)
Costo	(0.87989;0.12011;0.11487)

Tabla 2: Pesos de los criterios de evaluación de acuerdo a la opinión de los expertos. Fuente: Elaboración propia

Las actividades para el desarrollo de las evaluaciones se llevan a cabo en una sesión de trabajo destinada únicamente para ello. A los efectos del estudio se considera que la opinión de cada experto es sumamente importante y no se consideran diferencias significativas entre ellos.

De acuerdo a los criterios analizados, la matriz de decisión agregada resultante del proceso se muestra en la table 3.

Alternativas	C1	C2	C3	C4	C5
Lopinavir-Ritonavir	(0.242,0.758,0.725)	(0.129,0.871,0.871)	(0.083,0.944,0.956)	(0.129,0.871,0.871)	(0.369,0.631,0.631)
Hidroxicloriquina	(0.369,0.631,0.631)	(0.129,0.871,0.871)	(0.083,0.944,0.956)	(0.242,0.758,0.725)	(0.242,0.758,0.725)
Interferón	(0.369,0.631,0.631)	(0.369,0.631,0.631)	(0.129,0.871,0.871)	(0.369,0.631,0.631)	(0.242,0.758,0.725)
Remdesivir	(0.242,0.758,0.725)	(0.242,0.758,0.725)	(0.129,0.871,0.871)	(0.129,0.871,0.871)	(0.242,0.758,0.725)
Arbidol y Favipiravir	(0.242,0.758,0.725)	(0.083,0.944,0.956)	(0.129,0.871,0.871)	(0.129,0.871,0.871)	(0.129,0.871,0.871)
Oseltamivir	(0.242,0.758,0.725)	(0.129,0.871,0.871)	(0.083,0.944,0.956)	(0.242,0.758,0.725)	(0.129,0.871,0.871)
Vitamina C	(0.369,0.631,0.631)	(0.083,0.944,0.956)	(0.129,0.871,0.871)	(0.129,0.871,0.871)	(0.369,0.631,0.631)

Tabla 3: Matriz de decisión agregada resultante del análisis realizado**.** Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se obtiene la matriz de decisión neutrosófica de la media ponderada de valores únicos con respecto a los criterios, a partir del uso de la ecuación (8). La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el resultado obtenido.

Alternativas	C1	C2	C3	C4	C5
Lopinavir-Ritonavir	(0.207;0.793;0.761)	(0.11;0.89;0.888)	(0.063;0.957;0.965)	(0.094;0.906;0.903)	(0.325;0.675;0.673)
Hidroxicloriquina	(0.316;0.684;0.68)	(0.11;0.89;0.888)	(0.063;0.957;0.965)	(0.176;0.824;0.794)	(0.213;0.787;0.757)
Interferón	(0.316;0.684;0.68)	(0.316;0.684;0.68)	(0.098;0.902;0.898)	(0.268;0.732;0.724)	(0.213;0.787;0.757)
Remdesivir	(0.207;0.793;0.761)	(0.207;0.793;0.761)	(0.098;0.902;0.898)	(0.094;0.906;0.903)	(0.213;0.787;0.757)
Arbidol y Favipiravir	(0.207;0.793;0.761)	(0.071;0.952;0.962)	(0.098;0.902;0.898)	(0.094;0.906;0.903)	(0.114;0.886;0.886)
Oseltamivir	(0.207;0.793;0.761)	(0.11;0.89;0.888)	(0.063;0.957;0.965)	(0.176;0.824;0.794)	(0.114;0.886;0.886)
Vitamina C	(0.316;0.684;0.68)	(0.071;0.952;0.962)	(0.098;0.902;0.898)	(0.094;0.906;0.903)	(0.325;0.675;0.673)

F**uente:** Elaboración propia

Tabla 4: Matriz de decisión neutrosófica de la media ponderada de valores únicos. Fuente: Elaboración propia

Los resultados permiten obtener los valores ideales positivos y negativos para cada criterio. Posteriormente, esto permite determinar las distancias ideales que se emplean para el cálculo del coeficiente de proximidad. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra las distancias a los valores ideales positivo y negativo de cada competencia, de acuerdo a los criterios, así como los coeficientes de proximidad calculados.

Alternativas	d+	d-	CP
Interferón	0.331	0.37	0.528
Remdesivir	0.401	0.21	0.344
Hidroxicloriquina	0.403	0.21	0.342
Oseltamivir	0.487	0.24	0.33
Arbidol y Favipiravir	0.534	0.22	0.292
Vitamina C	0.418	0.17	0.289

Lopinavir-Ritonavir	0.4	0.1	0.2

Tabla 5: Distancias a los valores ideales positivo y negativo de cada competencia y coeficientes de proximidad calculados Fuente: Elaboración propia

El análisis realizado muestra la importancia relativa de todas las competencias analizadas. En tal sentido, se observa que los medicamentos que alcanzaron mayor nivel de similitud en cuanto a la solución ideal fueron el Interferón, Remdesivir y la Hidroxicloriquina.

Conclusiones

La pandemia producida por el virus del SARS-CoV-2 ha repercutido negativamente en la humanidad causando no sólo daño en nuestra salud y pérdidas humanas, sino también atacando nuestra economía y el aparato productivo de los países del mundo que la padecen, disminuyendo la seguridad y la esperanza de las personas más afectadas. Es mucho lo que se desconoce del virus, por lo tanto, son muchas las carencias e incertidumbres que nos rodean. Una de ellas es el tratamiento efectivo de la COVID 19. La enorme cantidad de contagios y muertes por Covid 19, el desconocimiento general de muchos aspectos tanto del virus como de la enfermedad y la premura por encontrar soluciones que normalicen la vida de la población mundial, ha llevado a los investigadores y las agencias de salud pública a que en lugar de crear compuestos desde cero, proceso que puede tardar años desarrollar y probar, se encuentran en la búsqueda de reutilizar medicamentos ya aprobados para otras enfermedades y de los cuales se sabe que son, en gran medida seguros.

Se empleó el conocimiento de expertos para llegar a los resultados alcanzados. El uso de las herramientas multicriterios, y de la neutrosofía, permitieron determinar las competencias más cercanas a la solución ideal, de acuerdo a los criterios de evaluación concebidos. El uso de la neutrosofía para la solución del problema permitió incluir en su resolución la indeterminación propia de la vida real. El análisis realizado mostró que los medicamentos de mayor cercanía a la solución óptima fueron el Interferón, Remdesivir y la Hidroxicloriquina.

References

[1] R. M. Martínez, G. C. R. Paredes, M. R. P. Paredes, and J. M. B. García, "Estudio de casos como método didáctico para evaluar el impacto del COVID-19 en pacientes con talasemias," *Rev. Conrado*, vol. 18, no. S2, pp. 136–145, 2022.

[2] R. F. Donoso Noroña, N. Gómez Martínez, and A. Rodríguez Plasencia, "Los cuidados de enfermería en pacientes con covid-19. Una evolución progresiva en el manejo del enfermo. Necesidad de capacitación continua," *Conrado*, vol. 17, no. 83, pp. 274–280, 2021.

[3] G. A. Hidalgo, J. B. Remache, and W. A. C. Calle, "Análisis Pestel en el impacto del Covid-19 en la educación superior," *Rev. Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 440–448, 2021.

[4] D. R. Bonifaz Díaz, R. E. del C. Olivo Torres, L. Domínguez, and L. R. Ramírez López, "Revisión rápida del tratamiento actual de covid-19 en el paciente hospitalizado," *Rev. Univ. y Soc.*, vol. 13, no. 6, pp. 590–597, 2021.

[5] D. Vivas *et al.*, "Recomendaciones sobre el tratamiento antitrombótico durante la pandemia COVID-19. Posicionamiento del Grupo de Trabajo de Trombosis Cardiovascular de la Sociedad Española de Cardiología," *Rev. Esp. Cardiol.*, vol. 73, no. 9, pp. 749–757, 2020.

[6] B. Haire, "Sobre los ensayos clínicos con productos Covid-19," *Boletín Fármacos: Ensayos Clínicos*, vol. 24, no. 3, p. 1, 2021.

[7] G. C. V. Párraga, F. F. C. Pinduisaca, S. A. L. Laaz, and W. P. C. Quinto, "Recomendaciones de manejo farmacológico en COVID-19," *RECIMUNDO*, vol. 4, no. 2, pp. 31–39, 2020.

[8] S. G. V. Rosa and W. C. Santos, "Ensayos clinicos de reposicionamiento de medicamentos para el tratamiento de la COVID-19.," *Rev. Panam. Salud Pública*, vol. 44, p. NA-NA, 2020.

[9] C. M. Dorati, P. M. Buschiazzo, G. Marin, and H. O. Buschiazzo, "Cloroquina, hidroxicloroquina, lopinavir/ritonavir, para el tratamiento de infección por COVID-19," 2020.

[10] R. Jimbo-Sotomayor, A. B. Gómez-Jaramillo, X. Sánchez, and F. Moreno-Piedrahita, "Ivermectina para el tratamiento de la infección COVID-19," *Pontif. Univ. Católica del Ecuador [Internet]*, 2020.

[11] A. J. P. Palacio, P. E. D. P. Franco, G. A. M. Rondon, and L. S. Perez, "Neutrosophic Multicriteria Method to Evaluate the Competencies of Mayoral Candidates.," *Neutrosophic Sets Syst.*, no. 37, pp. 368–377, 2020.

[12] F. Jaramillo, M. Naranjo, and J. Hechavarría, "Neutrosophic criteria in the evaluation of educational applications for children with disabilities," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 48, pp. 504–512, 2022.

[13] P. Evanzalin Ebenanjar, H. Jude Immaculate, and K. Sivaranjani, "Introduction to neutrosophic soft topological spatial region," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 31, pp. 297–304, 2020.

[14] W. O. Aguilar, "Neutrosophical evaluation of the application of the problem-based learning in the field of differential equations," *Univ. y Soc.*, vol. 14, no. 1, pp. 384–390, 2022.

[15] W. Ortiz Aguilar, "Evaluación neutrosófica de la aplicación del aprendizaje basado en problemas en el campo de las ecuaciones diferenciales," *Rev. Univ. y Soc.*, vol. 14, no. 1, pp. 384–390, 2022.

[16] D. Xu, X. Wei, H. Ding, and H. Bin, "A new method based on PROMETHEE and TODIM for multi-attribute decision-making with single-valued neutrosophic sets.," *Mathematics*, vol. 8, no. 10, p. 1816, 2020.

[17] R. E. Chuga Quemac, M. E. Gaspar Santos, L. A. Colcha Ramos, and C. P. Cisneros Zúñiga, "Neutrosophic Analytic Hierarchy Process for the Analysis of Innovation in Latin America," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 44, no. 1, p. 45, 2021.

[18] D. F. Li, "Multiattribute decision making models and methods using intuitionistic fuzzy sets.," *J. Comput. Syst. Sci.*, vol. 70, no. 1, pp. 73–85, 2005.

[19] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, "TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment.," *Neural Comput. Appl.*, vol. 27, no. 3, 2016.

[20] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words," *Ing. y Univ.*, vol. 19, no. 1, pp. 173–188, 2015.

[21] I. I. O. Fernández and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2018.

[22] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[23] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[24] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[25] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[26] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, p. 18, 2021.

[27] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[28] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[29] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*. Infinite Study, 2019.

Recibido: Mayo 29, 2022. **Aceptado:** Junio 22, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Análisis neutrosófico de las determinantes sociales en la salud pública de Latinoamérica

Neutrosophical analysis of social determinants of public health in Latin America

Francisco Xavier Poveda Paredes[1], Carlos Gustavo López Barrionuevo[2], and María José Goyes Baca[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2600-4790
E-mail: ua.franciscopoveda@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3027-0936
E-mail: carlosglopezb@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6758-4042
E-mail: ma.mariajgb07@uniandes.edu.ec

Resumen. Dentro de los derechos internacionales de la humanidad se encuentra el goce a una salud pública de calidad según la Organización Mundial de Naciones Unidas. Conocer los determinantes sociales de cada uno de los sistemas de salud pública y de qué manera influyen en la sociedad es vital para los gobiernos en aras de trazar estrategias que favorezcan o mitiguen dichos determinantes. En el caso particular de América Latina se percibe una deficiente gestión sanitaria y un pobre desarrollo por el desconocimiento de la influencia de estos determinantes sociales y el impacto de cada uno de ellos en el territorio pese a la existencia de varias investigaciones referentes al tema. Por esta razón constituye el objetivo principal de esta investigación: el análisis netrosófico de los determinantes sociales en la salud pública de Latinoamérica. En su logro se utilizaron los Mapas Cognitivos Neutrosóficos para el tratamiento de las indeterminaciones generadas por los expertos con el cual se jerarquizó las determinaciones y se propusieron estrategias en ese orden para su tratamiento.

Palabras Claves: Determinantes sociales, salud pública, MCN.

Abstract. According to the United Nations World Health Organization, the enjoyment of quality public health is one of the international rights of humanity. Knowing the social determinants of each of the public health systems and how they influence society is vital for governments in order to design strategies that favor or mitigate these determinants. In the particular case of Latin America, poor health management and development is perceived as a result of a lack of knowledge of the influence of these social determinants and the impact of each one of them on the territory, despite the existence of several studies on the subject. For this reason, the main objective of this research is the netrosophical analysis of the social determinants in public health in Latin America. In its achievement, Neutrosophic Cognitive Maps were used for the treatment of the indeterminations generated by the experts with which the determinants were hierarchized and strategies were proposed in that order for their treatment.

Keywords: Social determinants, public health, MCN.

1 Introducción

En la antigüedad, la salud se definía como la ausencia de una enfermedad, por el desconocimiento de los pensadores en cuanto a concebirla como un sistema entrelazado donde intervienen tanto elementos internos y externos. En 1967 la Organización Mundial de la Salud (OMG) amplió el concepto a un estado de completo bienestar físico, mental y social, introduciendo además determinantes sociales y mentales relacionados con múltiples factores biológicos, hereditarios, personales, familiares, sociales, ambientales, alimenticios, económicos, laborales, culturales, de valores, educativos, sanitarios y religiosos.

Actualmente, son varios los países de bajos y medianos ingresos que han diseñado programas sociales basados en ayudar a las poblaciones pobres y vulnerables, pues la falta de recursos económicos en conjunto con los factores asociados, determina la variación de clases sociales en salud ya que describen los cambios o la estabilidad entre

las posiciones entre las mismas [1]. Si bien la definición de seguridad social incluye a todo individuo que forma parte de un país, el Estado ha de actuar como un proveedor de servicios que serán regulados a través de políticas públicas, pues el problema de fondo radica principalmente en el ámbito político, social y culturar de países en vías de desarrollo que no presentan un adecuado sistema de salud pública como protección social [2].

Según la OMG Se entiende por este último término "la garantía que la sociedad otorga, por medio de los poderes públicos, para que un individuo o un grupo de individuos, pueda satisfacer sus necesidades y demandas de salud al obtener acceso adecuado a los servicios del sistema o de alguno de los subsistemas de salud existentes en el país, sin que la capacidad de pago constituya un factor restrictivo". La protección social en salud constituye un marco de referencia para la concreción del acceso a niveles adecuados de cuidados de la salud entendiendo a ésta como un derecho o un bien preferencial que la sociedad ha consagrado. Las políticas de protección social en salud deben orientarse a la universalidad, garantizando el acceso, la calidad, la oportunidad y la protección financiera de las personas, familias y comunidad. Sin embargo, aunque universales, estas políticas deben estar atentas a producir respuestas especiales para necesidades especiales, siendo permeables al enfoque de género y proactivas en la atención de las necesidades de las minorías étnicas y culturales

Para Daumit, et al. [3] el análisis de la situación de salud y la gestión sanitaria, está determinado por factores condicionantes de la salud en la población. Este modelo está conformado por cuatro “campos de la salud”: biología humana, el ambiente, los estilos de vida y la organización de los sistemas de salud. Y ya que el estado de salud de una población específica estará íntimamente relacionada con las formas en que se organiza la atención médica, la OMS busca mejorar la gestión sanitaria con el fin de disminuir la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles y brindar un diagnóstico oportuno, aumentando así la esperanza de vida de la población [4].

En este sentido los estudios de la relación existente entre el estado de salud de las personas y sus condiciones sociales, no es algo actual, pues desde inicios del siglo XVI varios gobiernos han intentado crear sistemas de bienestar para proteger a su población más pobre y vulnerable [5]. Pese a ello, el gobierno latinoamericano ha excluido a grupos minoritarios, entre ellos poblaciones indígenas en la toma de decisiones o al momento de implementar programas de salud, especialmente en países pluriculturales, pese a que la población tienen derecho a una atención sanitaria de calidad, sin importar su cultura, etnia, economía y nivel de educación; se tiene que ejercer un control político y legitimar el poder, garantizando la salud de toda comunidad [6-8].

El acceso económico, geográfico y cultural a los servicios de salud y la cobertura, calidad y oportunidad de la atención de salud, son ejemplos de determinantes de la salud que en ocasiones suelen ser ignorados [9]. Con la globalización ha existido un aumento de la incidencia de patologías; por ejemplo, la pandemia del coronavirus SARS-COV-2, que se ha transnacionalizado debido a la facilidad de viajes internacionales, provocando brotes en países que no están preparados para controlarlos [10, 11].

Dado que las salud pública es un derecho, el sistema de salud debe centrarse en el desarrollo o mitigación de los determinantes sociales para el correcto desempeño del mismo y de forma acentuada en el territorio sudamericano [12, 13]. Se propone que las indeterminaciones resultantes en el análisis de cuál de estas determinaciones es la que más favorece o afecta a los sistemas se debe tratar desde la óptica neutrosófica. Por lo anterior se establece como objetivo general de la investigación: el análisis netrosófico de las determinaciones sociales y desafíos de la salud pública en Latinoamérica en aras plantear estrategias que orienten al personal de atención médica a brindar una atención primaria de calidad. Para su desarrollo se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las determinantes y desafíos actuales de la Salud Pública en América Latina a través de la revisión bibliográfica de diferentes fuentes.
2. Determinar el peso de cada una de ellas mediante el método de Mapas Cognitivos Neutrosóficos (MCN).
3. Proponer estrategias que permitan el desarrollo o eliminación de los determinantes sociales según la jerarquización de los determinantes.

Para su realización se estructuró de un epígrafe dedicado a la exposición de materiales y métodos y otro referente al análisis de su aplicación y discusión. Más adelante se resume a forma de conclusiones el contenido del trabajo y se calza con un cuerpo de bibliografía.

2 Materiales and métodos

En el siguiente epígrafe se describen los métodos teóricos y empíricos empleados a lo largo de la investigación. A continuación, se muestran los más representativos[14, 15]:

- Inductivo, deductivo: para verificar los factores planteados respecto al tema de investigación además de estructurar el perfil de investigación para su aplicación.
- Analítico-sintético: para comparar todos los fenómenos que intervienen en la investigación
- Histórico-lógico y descriptivo-sistemático: para analizar la situación problémica de la investigación, se pretende, hacer una observación actual de los fenómenos para su interpretación.

– Síntesis y revisión bibliográfica: Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva en buscadores como Scopus, Web of Science, Google académico y PubMed, buscando palabras clave como: ¨Determinantes sociales", "Salud Pública", "Desafíos" y "Factores socioeconómicos"; la búsqueda comenzó el 10 de marzo del 2022.

2.1. Mapas cognitivos neutrosóficos

Partiendo de los elementos anteriores, en este trabajo en particular se propone el uso de Mapas Cognitivos Neutrosóficos considerando las ventajas que esta técnica ofrece frente a otras técnicas de soft-computing, en términos de interpretabilidad, escalabilidad, agregación de conocimiento, dinamismo y su capacidad de representación y relaciones de retroalimentación e indeterminación [16, 17]. MCNs es una integración de los mapas cognitivos borrosos (DCM) introducidos por Kosko en 1986 y los conjuntos neutrosóficos (CN) introducidos por Smarandache en 1995[18-20].

Esta técnica supera la incapacidad de los MCD tradicionales para representar la indeterminación. La inclusión de la indeterminación establece que la neutralidad y la ignorancia también son formas de incertidumbre. [21-23]expone que los MCD constituyen una técnica que ha recibido una atención creciente debido a sus posibilidades para representar la causalidad. El siguiente es un conjunto de definiciones necesarias para trabajar con MCN. En primer lugar, expongamos formalmente la definición original de lógica neutrosófica tal como se muestra en Chithra and Nedunchezhian [24].

Definición 1. Sea $N = \{(T, I, F): T, I, F \in [0,1]\}$ un conjunto neutrosófico de evaluación. v: $\boldsymbol{P} \rightarrow N$ es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales en N, es decir, cada oración $\in$ está asociado a un valor como se expone en la ecuación 1, es decir que P es T% verdadero, I% indeterminado y F% falso[21-23].

$$\mathrm{v}\,(\mathrm{p}) = (\mathrm{T}, \mathrm{I}, \mathrm{F}) \qquad (1)$$

Por tanto, la lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa, basada en el concepto de neutrosofía según Al-subhi, et al. [25], [26-28.

Definición 2. Ver Martin, et al. [29] Sea K el anillo de los números reales. El anillo generado por $K \cup I$ se denomina anillo neutrosófico si en él interviene el factor de indeterminación, donde I satisface $\mathrm{I}2 = \mathrm{I}, \mathrm{I} + \mathrm{I} = 2\mathrm{I}$ y en general, $I + I + \ldots + I = n$, si $k \in k$, entonces $I = kI, 0I = 0$. El anillo neutrosófico se denota por $K(I)$, que es generado por $K \cup I, i.e$, donde $K(I) = < K \cup I >$ denota el anillo generado por K y I.

Definición 3. Una matriz neutrosófica es una matriz y $A = [c]_{ij} = 1, 2, \ldots, mj = 1, 2, \ldots, n;\ m, n \geq 1$, tal que cada $a_{ij} \in K(I)$, donde $K(I)$ es un anillo neutrosófico.

Se puede observar que un elemento de la matriz puede tener la forma $a + bI$, donde "a" y "b" son números reales, mientras que I es el factor de indeterminación. Las operaciones usuales de matrices neutrosóficas pueden extenderse de las operaciones de matrices clásicas.

Por ejemplo, $\begin{pmatrix} -1 & \mathrm{I} & 5\mathrm{I} \\ \mathrm{I} & 4 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathrm{I} & 9\mathrm{I} & 6 \\ 0 & \mathrm{I} & 0 \\ -4 & 7 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -21\mathrm{I} & 27\mathrm{I} & -6 + 25\mathrm{I} \\ -28 + \mathrm{I} & 49 + 13\mathrm{I} & 35 + 6\mathrm{I} \end{pmatrix}$

Además, un gráfico neutrosófico es un gráfico que tiene al menos un borde indeterminado o un nodo indeterminado. La matriz de adyacencia neutrosófica es una extensión de la matriz de adyacencia en la teoría de grafos clásica. $a_{ij} = 0$ significa que los nodos i y j no están conectados, significa que estos nodos están conectados y $a_{ij} = 1$, eso significa que la conexión es indeterminada (se desconoce si lo es o no) $a_{ij} = I$[29]. La teoría de conjuntos borrosos no utiliza tales nociones. Por otro lado, si la indeterminación se introduce en un mapa cognitivo como se hace referencia en entonces este mapa cognitivo se denomina mapa cognitivo neutrosófico, el cual es especialmente útil en la representación del conocimiento causal. Se define formalmente en la Definición 4.

Definición 4. Un Mapa Cognitivo Neutrosófico (NCM) es un grafo dirigido neutrosófico con conceptos como políticas, eventos, entre otros, como nodos y causalidades o indeterminados como bordes. Representa la relación causal entre conceptos. Las medidas que se describen a continuación se utilizan en el modelo propuesto, se basan en los valores absolutos de la matriz de adyacencia [30-32]:

Outdegree (v_i) es la suma de los elementos de la fila en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fuerza de las relaciones salientes (c_{ij}) de la variable:

$$od(v_i) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} \qquad (2)$$

Indegree (v_i) es la suma de los elementos de la columna. Refleja la fuerza de las relaciones (c_{ij}) salientes de la variable:

$$id(v_i) = \sum_{i=1}^{n} c_{ji} \qquad (3)$$

La centralidad total (grado total), es la suma del grado de entrada y el grado de salida de la variable. (v_i)

$$td(v_i) = od(v_i) + id(v_i) \quad (4)$$

Las variables se clasifican según el siguiente criterio:
Las variables transmisoras son aquellas con$od(v_j) > 0 \; e \; id(v_i) \; = 0$
Las variables receptoras son aquellas con$od(v_j) = 0 \; e \; id(v_i) \; > 0$
Las variables ordinarias satisfacen a la vez $od(v_j) \neq 0 \; e \; id(v_i) \; \neq 0$

El análisis estático se aplica utilizando la matriz de adyacencia, considerando el valor absoluto de los pesos. Análisis estático en mapas cognitivos neutrosóficos (MCN), ver Martin, et al. [29], contiene inicialmente el número neutrosófico de la forma $(a \; + \; bI)$, donde I = indeterminación. Requiere un proceso de desneutrosificación como se propone en Martin, et al. [29], donde y se sustituye por sus valores máximo y mínimo. Finalmente, se trabaja con la media de los valores extremos, lo cual es útil para obtener un valor único como se refiere en $I \; \in \; [0, 1]$[25]. Este valor contribuye a la identificación de las características a atender, según los factores obtenidos, para nuestro caso de estudio.

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (5)$$

Después,

$$A \succ B \Leftrightarrow \frac{a_1 + \; a_2}{2} > \frac{b_1 + \; b_2}{2} \quad (6)$$

3 Resultados y discusión

Como resultado del estudio de 42 investigaciones referentes al tema, 28 fueron seleccionadas de acuerdo al título y al resumen, analizando además los resultados y la discusión, considerando como prioridad aquellos que describían detalladamente los factores sociales que influían notoriamente en la salud pública. A continuación se muestran de forma muy resumida los grandes grupos de determinantes a criterio de los autores en las investigaciones de referencia

- Condiciones económicas

Es primordial contar con acceso a educación, salud, empleo, seguridad social, condiciones óptimas de seguridad, calidad y sostenibilidad del ambiente. En México por ejemplo, El Instituto Nacional para la Evaluación en la Educación detalló que la pobreza influye directamente en la educación y salud, ya que varias familias no cuentan con los ingresos para cubrir necesidades básicas aumentando la tasa de mortalidad en niñas, especialmente indígenas, evidenciando la falta de salud y la desnutrición, que a su vez provocan un retraso notorio del aprendizaje dificultando además oportunidades laborales a futuro. Es de resaltar que, la pobreza se convirtió en una barrera muy visible en la pandemia SARS-CoV-2, ya que la educación virtual, evidenció que ciertas poblaciones vulnerables solo tenían un 11,1% de acceso a Internet, a pesar de que en 2016 la ONU declaró que el acceso al mismo debería ser un derecho humano

- Condiciones ambientales

La OPS (Organización Panamericana de la Salud) ha determinado que la salud ambiental es una prioridad si se busca reducir el porcentaje de morbilidad de la población, especialmente en zonas donde las condiciones de vida son precarias. Los programas encaminados a solucionar estos inconvenientes se han enfocado en el consumo de agua potable y la calidad sanitaria en alimentos, sin olvidar que la recolección de residuos sólidos y líquidos es indispensable para prevenir la aparición de enfermedades infecciosas. La promoción y prevención es fundamental para aumentar la esperanza de vida de población latinoamericana gracias a actividades gubernamentales que desarrollan acciones específicas para ampliar la cobertura en servicios básicos; En el 2020 ¨el 12,5% de la población de Latinoamérica y el Caribe había superado la esperanza de vida de 60 años¨ y se puede llegar a 80 años como en Europa

- Estilo de vida individual

La visión sobre la salud en cada individuo dependerá de su conducta, manejo del estrés y de adaptación, creencias, valores y percepción del mundo, pues estas circunstancias determinan sus preferencias y estilo de vivir, que a su vez estarán condicionados por los contextos sociales que los rodeen. La educación, empleo, vivienda, ingreso económico y la interacción con el entorno, determinarán como una persona se relaciona con problemas de salud como el tabaquismo, la desnutrición, el alcoholismo, la exposición a agentes infecciosos y tóxicos, la violencia y los accidentes.

- Accesibilidad a salud

La OMS define la accesibilidad como la organización de una oferta de servicios que sea geográfica, financiera, cultural y funcionalmente alcanzable para toda la comunidad. La atención tiene que ser apropiada, adecuada al contenido, provista en medios aceptables y de calidad para satisfacer las necesidades de la población. Geográficamente implica la distancia, medios y que el tiempo de viaje sea aceptable, en cuanto a la accesibilidad financiera cualquier método de pago a los servicios debe ser asequibles. Culturalmente implica la utilización de métodos técnicos y de gestión que representen los patrones culturales de la comunidad mientras que la accesibilidad funcional es proporcionar el tipo de atención adecuada de manera continua a aquellos en necesidad.

El gradiente social de salud y la equidad sanitaria dependen de los ingresos, los bienes y los servicios, que pueden verse afectados por las injusticias que afectan el acceso a atención y las condiciones de vida de la población de forma inmediata. Se considera indispensable apuntar a una verdadera equidad en salud en la que cada persona tenga la misma oportunidad de obtener su máximo potencial en salud y que nadie esté en desventaja para alcanzarlo.

Para lograr equidad en salud es necesario que exista accesibilidad a la atención, algo que se logra cuando todas las personas acceden a los servicios sanitarios acorde a sus necesidades e independientemente de su capacidad de pago. Las principales barreras que impiden a la población un sistema de salud integral que puedan asistir todas las personas sin importar la clase social, raza, etnia y cultura han sido: el seguro de salud al que no todos pueden estar afiliados y que es costoso cuando es privado, inexistencia de centros de salud en regiones rurales con especialistas que puedan comunicarse en el idioma nativo, falta de insumos médicos y pruebas básicas que tienen que pagar en establecimientos privados.

- Priorización de grupos vulnerables, facilitadores y estrategias interculturales

El marco jurídico-legal vigente, el crecimiento económico, la equidad, el trabajo, y la intensidad de las políticas redistributivas, buscan cumplir primeramente con los prerrequisitos básicos para la salud de las poblaciones, sobre todo de los grupos más vulnerables. Por ejemplo, con respecto a los grupos indígenas, las condiciones de una comunidad son muy diferentes a las de la población urbana, desde la cosmovisión sobre la enfermedad, las condiciones territoriales con una alta dispersión de la población, idioma, normas culturales y costumbres bajo las cuales se rigen, así como su condición económica precaria y de subsistencia.

Estas diferencias considerables demandan que el servicio de salud busque una política pública que brinde accesibilidad a los servicios de salud, por medio de mecanismos que se adecuen y permitan que exista un acercamiento, comprensión y sensibilidad del personal que realiza la planeación y lo ubique de acuerdo a la realidad vigente. Tomando en cuenta que la accesibilidad puede ser inhibida por cuestiones culturales, se debe priorizar la atención de estas personas con enfoque y facilitadores interculturales, diversidad de servicios que entregue un centro de salud que incluya prestaciones o productos propios de la cultura indígena y traslados o acercamiento del personal de salud al territorio o de los pacientes al centro de salud en casos de barreras geográficas o climáticas.

En aras de determinar la importancia de cada determinantes social en la Salud Pública latinoamericana se hizo necesario encontrar la relaciones entre cada una de ella con la ayuda de un grupo de expertos en el tema. El estudio se llevó a cabo al aplicarse el método de Mapa Cognitivo Neutrosófico donde se tomaron como ponderaciones a moda de los expertos donde se evidenciaron algunas indeterminaciones. Para determinar los cálculos se determinó la siguiente leyenda con las determinantes encontradas:

A-Condiciones económicas
B-Condiciones Ambientales
C- Estilo de vida individual
D-Accesibilidad a los servicios de salud pública
E- Priorización de grupos vulnerables, facilitadores y estrategias interculturales

Para determinar la relación de las problemáticas mencionada con los efectos fue necesario, de forma previa, determinar los pesos de las a través del método MCN expuesto en el epígrafe 2.1. A continuación se muestra la matriz de adyacencia (ver tabla 1) donde se calcularon las diferentes relaciones entre las mismas (figura 1) la cual sirvió de base para calcular los valores de $od(v_i)$ y $id(v_i)$ (ver tabla 2). Para el desarrollo del método se contó con el apoyo de 8 expertos en el tema y los valores de las relaciones corresponden a la media aritmética de los mismos.

	A	B	C	D	E	$\sum_{i=1}^{n} c_{ij}$
A	0	0.3	0.5	0.4+I	0.2	1.4
B	0.4	0	0.3	0.2	0	0.9
C	0.5	0	0	0.1	0.2+I	0.8
D	0.3+I	1	0.5+I	0	0.8	2.6
E	0	0.33	1	0.4	0	1.73

$\sum_{i=1}^{n} c_{ij}$	1.2	1.63	2.3	1.1	1.2

Tabla 1: Matriz de adyacencia. Fuente: elaboración propia

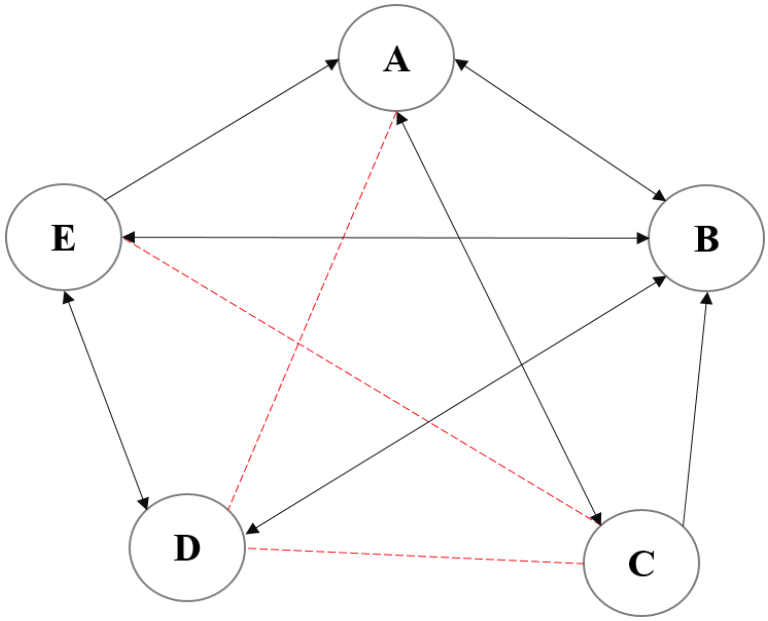


Figura 1: Relaciones entre las determinaciones de las salud pública en Latinoamérica. Fuente: elaboración propia

	A	B	B	C	D	$od(v_i)$
A	0.0000	0.1087	0.1812	0.1449	0.0725	0.5072
B	0.1449	0.0000	0.1087	0.0725	0.0000	0.3261
C	0.1812	0.0000	0.0000	0.0362	0.0725	0.2899
D	0.1087	0.3623	0.1812	0.0000	0.2899	0.9420
E	0.0000	0.1196	0.3623	0.1449	0.0000	0.6268
$id(v_i)$	0.4348	0.5906	0.8333	0.3986	0.4348	

Tabla 2: Determinación de los valores correspondientes a $od(v_i)$ y $id(v_i)$. Fuente: elaboración propia

Una vez determinados los valores se procedió al cálculo del valor de centralidad $td(v_i)$ (ver tabla 3) y las variables se clasificaron como ordinarias al ser $od(v_j) \neq 0$ $id(v_j) \neq 0$. A modo relevante se pudo observar la accesibilidad a los servicios de salu pública con mayor incidencia a cosnsideración de los expertos en la entre los demñas determinates sociales de la salud pública en el terriotorio objeto de estudio.

	td_i	Clasificación
A	0.94202899	ordinaria
B	0.91666667	ordinaria
C	1.12318841	ordinaria
D	1.34057971	ordinaria
E	1.0615942	ordinaria

Tabla 3: Determinación de los valores de centralidad y calificación de las determinantes. Fuente: elaboración propia

La figura 2 muestra el orden de los determinantes con el objetivo de establecer prioridades en la implantación de las estrategias propuestas en busca de la eficiencia de los recursos puestos a disposición de los gobiernos. De forma seguida se enunciaron las estrategias propuestas por cada una de las determinantes como se observa en la tabla 4.

Figura 2: Jerarquización de los determinantes sociales de la salud pública en América Latina. Fuente: elaboración propia

Determinantes sociales de la salud en América Latina	Estrategias para su desarrollo a mediano plazo
Accesibilidad a los servicios de salud pública	1-Brindar un servicio de salud inclusivo con la participación de todas las partes de la sociedad y culturas evitando la discriminación por raza, etnia, orientación sexual, sexo o clase sociales según dicte en la constitución de cada nación. 2- Levar los sistemas de salud pública a los lugares más intrincados de las geografías con los recursos médicos necesarios para su desarrollo.
Estilo de vida individual	3-Promover estilos de salud sostenibles desde las comunidades y edades tempranas con énfasis en una conducta basada en la correcta alimentación y el no abuso de medicamentos sintéticos impulsados por transnacionales en el sector.
Priorización de grupos vulnerables, facilitadores y estrategias interculturales	4-Atender por parte de los gobiernos y los grupos sociales a las diferentes culturas y etnias, en especial a los asentamientos indígenas los culés son privados muchas veces de sus derechos a una salud de calidad. 5-Favorecer la formación de profesionales de origen indígena destinados a la atención primaria en sus lugares de orígenes para afianzar los lazos de la modernidad con las antiguas civilizaciones.
Condiciones económicas	6-Aumentar los fondos públicos destinados al desarrollo de los sistemas de salud pública y servicios de apoyo. 7-Incentivar las inversiones en el sector de la salud pública por parte de empresarios con el fin de captar el financiamiento necesario para garantizar una atención sanitaria de calidad. 8-Fomentar políticas a favor de la protección de los fondos públicos dedicados a el desarrollo de la salud pública.

Condiciones medioambientales	9-Velar por el cuidado de la salud de los habitantes en el entorno que los rodean al evitar la contaminación por minería, vertimiento de desechos sólidos en aguas, la tala indiscriminada de árboles, entre otros. 10-Crear programas medioambientales con la incorporación de las organizaciones de salud en campañas de prevención contra enfermedades comunes y profesionales generadas en el medio ambiente en que se desarrollan los habitantes

Tabla 4: Propuesta de estrategias para los determinantes sociales de la salud en Latinoamérica.

Conclusiones

A modo de conclusión se puede afirmar que en una primera parte de la investigación se realizó la búsqueda bibliográfica de 42 investigaciones en diferentes idiomas y foraneidad las cuales se redujeron a 28 por su interés para la misma. Con esa base de describieron los determinantes sociales principales que influyen hoy en día en América Latina y datos relevantes sobre su comportamiento. Con ellos se crearon 5 grupos, aunque cabe resaltar que existen más pues solo se tomaron los más representativos y los cuales conformaron la moda en las investigaciones revisadas.

Por otra parte se determinó el peso asociado a dichos determinantes a través del método MCN y la ayuda de 8 expertos en el tema. Pese a las indeterminaciones por parte de los expertos, por lo cual se usó un enfoque netrosófico, los resultados mostraron que el determinante con más peso fue la accesibilidad a los sistemas de salud pública, los cuales se ven restringidos principalmente por la etnia, clase social, lugar de residencia, entre otros factores. Este proceso sirvió además para la jerarquización de los determinantes en busca de plantear estrategias para su mitigación o desarrollo según proceda. El orden asignado sirvió de base para hacer un uso óptimo de los recursos en su implantación.

Las estrategias planteadas proponen una guía a seguir por las diferentes organizaciones de salud encargadas de rectorar el proceso en cada nación. El orden asignado sirvió de base para hacer un uso óptimo de los recursos asignados en su implantación y su efectividad quedará demostradas en un mediano plazo al comprobar su cumplimiento. De forma general se dotó a estas organizaciones de una herramienta para la mejora de los sistemas de salud en América Latina.

Referencias

[1] N. Lustig and M. Tommasi, "El COVID-19 y la protección social de los grupos pobres y vulnerables en América Latina: un marco conceptual," *Revista CEPAL-Edición Especial,* vol. 1, no. 132, pp. 284-295, 2020. [Online]. Available: https://repositorio.cepal.org/handle/11362/46836.

[2] F. G. Benavides, J. Delclós, and C. Serra, "Estado de bienestar y salud pública: el papel de la salud laboral," *Gaceta Sanitaria,* vol. 32, no. 4, pp. 377-380, 2018/07/01/ 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.07.007.

[3] G. L. Daumit, E. M. Stone, A. Kennedy-Hendricks, S. Choksy, J. A. Marsteller, and E. E. McGinty, "Care coordination and population health management strategies and challenges in a behavioral health home model," *Medical care,* vol. 57, no. 1, p. 79, 2019. [Online]. Available: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6289741/.

[4] P. Keskinocak and N. Savva, "A review of the healthcare-management (modeling) literature published in manufacturing & service operations management," *Manufacturing & Service Operations Management,* vol. 22, no. 1, pp. 59-72, 2020.

[5] N. Alfaro-Alfaro, "Los determinantes sociales de la salud y las funciones esenciales de la salud pública social," *Salud Jalisco,* vol. 1, no. 1, pp. 36-46, 2018. [Online]. Available: https://www.medigraphic.com/pdfs/saljalisco/sj-2014/sj141j.pdf.

[6] P. Bejaković, M. Škare, and R. P. Družeta, "Social exclusion and health inequalities in the time of COVID-19," *Technological and Economic Development of Economy,* vol. 27, no. 6, pp. 1563-1581, 2021. [Online]. Available: https://journals.vilniustech.lt/index.php/TEDE/article/view/16001.

[7] J. Samuel, W. Flores, and A. Frisancho, "Social exclusion and universal health coverage: health care rights and citizen-led accountability in Guatemala and Peru," *International journal for equity in health,* vol. 19, no. 1, pp. 1-9, 2020. [Online]. Available: https://link.springer.com/article/10.1186/s12939-020-01308-y.

[8] P. O'Donnell, D. O'Donovan, and K. Elmusharaf, "Measuring social exclusion in healthcare settings: a scoping review," *International journal for equity in health,* vol. 17, no. 1, pp. 1-16, 2018.

[9] R. Mishori, "The social determinants of health? Time to focus on the political determinants of health!," *Medical Care,* vol. 57, no. 7, pp. 491-493, 2019. [Online]. Available: https://journals.lww.com/lww-medicalcare/Fulltext/2019/07000/The_Social_Determinants_of_Health__Time_to_Focus.1.aspx.

[10] L. Gottlieb, C. Fichtenberg, H. Alderwick, and N. Adler, "Social determinants of health: what'sa healthcare system to do?," *Journal of Healthcare Management,* vol. 64, no. 4, pp. 243-257, 2019. [Online]. Available: https://journals.lww.com/jhmonline/FullText/2019/08000/Social_Determinants_of_Health__What_s_a_Healthcare.9.aspx.

[11] J. F. Figueroa, A. B. Frakt, and A. K. Jha, "Addressing social determinants of health: time for a polysocial risk score," *Jama,* vol. 323, no. 16, pp. 1553-1554, 2020. [Online]. Available: https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2764321.

[12] L. Abramo, S. Cecchini, and H. Ullmann, "Enfrentar las desigualdades en salud en América Latina: el rol de la protección social," *Ciência & Saúde Coletiva,* vol. 25, no. 1, pp. 1587-1598, 2020. [Online]. Available: https://www.scielosp.org/article/csc/2020.v25n5/1587-1598/.

[13] E. Báscolo, N. Houghton, and A. Del Riego, "Lógicas de transformación de los sistemas de salud en América Latina y resultados en acceso y cobertura de salud," *Revista Panamericana de Salud Pública,* vol. 42, no. 1, p. e126, 2018. [Online]. Available: https://www.scielosp.org/article/rpsp/2018.v42/e126/.

[14] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[15] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[16] R. G. Ortega, M. L. Vazquez, J. A. S. Figueiredo, and A. Guijarro-Rodriguez, "Sinos river basin social-environmental prospective assessment of water quality management using fuzzy cognitive maps and neutrosophic AHP-TOPSIS," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 23, no. 1, pp. 160-171, 2018. [Online]. Available: https://link.springer.com/article/10.1007/s40815-020-01014-5.

[17] I. M. Hezam, M. K. Nayeem, A. Foul, and A. F. Alrasheedi, "COVID-19 Vaccine: A neutrosophic MCDM approach for determining the priority groups," *Results in Physics,* vol. 20, no. 1, p. 103654, 2021/01/01/ 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.rinp.2020.103654.

[18] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry,* vol. 11, no. 9, p. 1136, 2019.

[19] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información,* vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.

[20] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.

[21] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[22] M. Y. Leyva Vázquez and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[23] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[24] B. Chithra and R. Nedunchezhian, "Dynamic neutrosophic cognitive map with improved cuckoo search algorithm (DNCM-ICSA) and ensemble classifier for rheumatoid arthritis (RA) disease," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences,* vol. 34, no. 6, Part B, pp. 3236-3246, 2022/06/01/ 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.06.011.

[25] S. H. Al-subhi, E. I. Papageorgiou, P. P. Pérez, G. S. S. Mahdi, and L. A. Acuña, "Triangular neutrosophic cognitive map for multistage sequential decision-making problems," *International Journal of Fuzzy Systems,* vol. 23, no. 3, pp. 657-679, 2021. [Online]. Available: https://link.springer.com/article/10.1007/s40815-020-01014-5.

[26] I. I. O. Fernández and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2018.

[27] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[28] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[29] N. Martin, A. Aleeswari, and W. Lilly Merline, "Risk Factors of Lifestyle Diseases – Analysis by Decagonal Linguistic Neutrosophic Fuzzy Cognitive Map," *Materials Today: Proceedings,* vol. 24, no. 1, pp. 1939-1943, 2020/01/01/ 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.621.

[30] Y. Han, Z. Lu, Z. Du, Q. Luo, and S. Chen, "A YinYang bipolar fuzzy cognitive TOPSIS method to bipolar disorder diagnosis," *Computer Methods and Programs in Biomedicine,* vol. 158, no. 1, pp. 1-10, 2018/05/01/ 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2018.02.004.

[31] L. H. C. Hurtado, W. R. S. Espín, M. B. Paladines, and L. M. Rosales, "Analysis of the Venezuelan migratory impact on the economic development of Santo Domingo city, a neutrosophic cognitive map approach," *Neutrosophic Sets and Systems,* vol. 34, pp. 135-143, 2020. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=x2L5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA135&dq=+Neutrosophic+fuzzy+cognitive+map&ots=F_8a6i-L9w&sig=zDRTFVwc8edt9FgLhZBbkD83XG0.

[32] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*. Infinite Study, 2019.

Recibido: Mayo 30, 2022. **Aceptado:** Junio 23, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Estudio Neutrosófico de las Implicaciones del Fármaco Miltefosina en el Tratamiento de Leishmaniasis

Neutrosophic Study of the Implications of the Drug Miltefosine in the Treatment of Leishmaniasis

Washington Paul Culqui Molina[1], Marco Vinicio Chango Gadvay[2] and Segundo Moisés San Lucas Coque[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1025-0110
Email: ua.washingtoncm67@uniandes.edu.ec
[2] Perito en Biología Forense del Servicio Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-4395-5785 Email: marco.chango@cienciasforenses.gob.ec
[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1810-0619
Email: ua.segundolucas@uniandes.edu.ec

Resumen. La leishmaniasis es una enfermedad parasitaria que afecta a los vertebrados superiores, incluido el ser humano, cuyo agente causal es un protozoo intracelular obligado del género Leishmania. La limitada quimioterapia y la aparición de resistencias han obligado a buscar alternativas farmacológicas para el manejo de la enfermedad. La miltefosina se desarrolló como un análogo del factor activador de las plaquetas (PAF), para su uso antineoplásico en las recidivas cutáneas de la mama, como el Miltex. Posteriormente, se reposicionó como leishmanicida oral, con tasas de curación superiores al 90%, siendo un fármaco de primera línea en países como la India. Su mecanismo de acción es multiobjetivo. La resistencia se basa principalmente en una concentración intracelular inferior a su toxicidad para el parásito, con dos actores principales, la disminución de la incorporación por mutaciones inactivadoras del transportador de miltefosina (LdMT) y el eflujo del fármaco debido a la sobreexpresión de las bombas de eflujo ABC. El estudio se centra en evaluar el con-senso y la aceptación de los expertos sobre la integración de la estrategia terapéutica del fármaco en el desarrollo de las ciencias de la salud y la investigación realizada con los elementos que la integran a través del estudio neutrosófico de Iadov.

Palabras claves: medicamento, ciencias de la salud, Iadov.

Abstract. Leishmaniasis is a parasitic disease that affects higher vertebrates, including humans, whose causal agent is an obligate intracellular protozoan of the genus Leishmania. The limited chemotherapy and the appearance of resistance have forced the search for pharmacological alternatives for the management of the disease. Miltefosine was developed as an analog of platelet activating factor (PAF), for antineoplastic use in skin recurrences of the breast, such as Miltex. Subsequently, it was repositioned as an oral leishmanicide, with cure rates of over 90%, as it is a first-line drug in countries such as India. Its mechanism of action is multitarget. Resistance is mainly based on an intracellular concentration below its toxicity for the parasite, with two main actors, decreased incorporation by inactivating mutations of the miltefosine transporter (LdMT) and drug efflux due to overexpression of ABC efflux pumps. The study is focused on evaluating the consensus and acceptance of experts on the integration of the drug therapeutic strategy in the development of health sciences and the research carried out with the elements that integrate it through the Iadov neutrosophic study.

Keywords: drug, health sciences, Iadov.

1 Introducción

1.1 Leishmaniasis

La Leishmaniasis es una enfermedad parasitaria que afecta a vertebrados superiores en los que se incluye el ser humano, cuyo agente causal es un protozoo intracelular obligado del género Leishmania sp. Presenta un ciclo

de vida digenético, en donde intervienen mamíferos vertebrados como huéspedes y dípteros del género Phlebothomus y Lutzomya como vectores. Está incluida dentro de las denominadas "Neglected Tropical Diseases" (NTDs) y se considera la segunda enfermedad protozoaria más importante. Está estrechamente relacionada con la pobreza, desnutrición, desplazamientos de la población, inmunodepresión y falta de recursos, lo que imposibilita soportar el costo de la prevención y el tratamiento de la enfermedad en regiones endémicas [1].

1.2 Epidemiología y Enfermedad

La leishmaniasis es endémica en 98 países, se estima que cada año existe entre 700.000 y 1 millón de nuevos casos, con una tasa de mortalidad anual entre 26.000 y 65.000, esencialmente asociada a la forma visceral. Presenta un gran polimorfismo clínico, dependiente de la especie de parásito y la susceptibilidad del huésped, clasificándose en 3 tipos principales [2]

- Leishmaniasis cutánea (LC): Causada por diversas especies: L. major y L. tropica en el Viejo Mundo, y L. mexicana, L. amazonensis, L. guyanensis, L. panamensis y L. braziliensis en regiones de América del Sur y Centroamérica. Es la forma más frecuente y menos grave, empieza con un nódulo indoloro que aumenta de tamaño y se ulcera. En ocasiones se puede producir una coinfección con agentes microbianos, al cursar con dolor y supuración. Suele presentarse en zonas expuestas del cuerpo como cara, brazos y piernas. También puede comprometer el pabellón auricular como en la llamada "úlcera del chiclero" causada por L. mexicana.
- Leishmaniasis mucocutánea (LMC): Es causada por L. braziliensis, L. panamensis y L. guyanensis en regiones amazónicas de Brasil, Bolivia y Perú. Representa hasta el 16% de los casos anuales de leishmaniasis. Se caracterizan por causar lesiones desfigurantes. Tras una lesión inicial en el lugar de inoculación, el parásito migra vía linfática, al comprometer las mucosas de la cavidad oronasal, con destrucción del cartílago nasal, paladar blando, naso y orofaringe al causar graves deformidades y complicaciones secundarias tales como pérdida de peso, infecciones bacterianas sobreagregadas en los senos paranasales, y neumonía por broncoaspiración. Las lesiones no suelen curarse espontáneamente y las recaídas son bastante frecuentes.
- Leishmaniasis visceral o kala azar (LV): Sin tratamiento la tasa de mortalidad es de un 90%. Se registran unos 500.000 casos por año en el mundo, las especies causantes son: Leishmania donovani en el Viejo Mundo en regiones de África, China, Pakistán e India y L. infantum en la región del Mediterráneo y Brasil, donde se denomina L. chagasi.

Es la forma más grave de la enfermedad. Resulta de la infección parasitaria de órganos y tejidos hematopoyéticos que cursan con hepatomegalia, esplenomegalia, linfadenopatía, fiebre, anemia, leucopenia, trombocitopenia e inmunosupresión del paciente. Más infrecuente es la infección intestinal. La pandemia del VIH está fuertemente vinculada al desarrollo de la forma clínica más severa de la enfermedad, ya que existe un efecto sinérgico entre la infección viral y la de Leishmania sp. Por otra parte, la disminución de CD4+, células directamente implicadas en la respuesta celular al parásito, contribuyen a la gravedad de la enfermedad, además de reducir la respuesta terapéutica y aumentar la posibilidad de recaída de leishmaniasis. Por la alta densidad parasitaria en dicha co- infección, puede originarse un ciclo antroponótico de transmisión.

El cambio climático ha influido directamente en las enfermedades de transmisión vectorial. La variabilidad de temperatura, períodos de lluvia y niveles de humedad, han incrementado la distribución geográfica de los vectores, con nuevas y más extensas zonas de transmisión en el norte de Europa, con presencia de flebótomos transmisores de Leishmania sp. en Bélgica y Alemania, no documentada anteriormente. La transmisión puede ser antroponótica para especies tales como L. donovani y L. tropica en zonas de alta densidad humana, así como zoonótica, donde mamíferos domésticos y ferales son el principal reservorio, y el hombre un hospedador ocasional. Se estima que 70 especies de animales son reservorios naturales de Leishmania sp.

Otras formas menos frecuentes de transmisión incluyen transfusión sanguínea, trasplante de órganos, transmisión congénita, accidentes de laboratorio. Incluso una transmisión directa de L. infantum en consumidores de drogas coinfectados con VIH al compartir agujas.

1.2. Biología del parásito. Transmisión y ciclo de vida Leishmania

Es un protozoo que pertenece a la familia Trypanosomatidae. Existen 53 especies de las cuales 20 son patógenas para el ser humano. Leishmania spp presenta 2 estadíos principales diferentes y su reproducción es por fisión binaria. El kinetoplasto, una región diferenciada de la mitocondria, contiene el ADN mitocondrial, y da nombre al orden al que pertenece.

a) Amastigote. - Es la forma intracelular del parásito. Cuerpo ovoide y aflagelado de 3-5 µm. Reside y se multiplica en la vacuola parasitófora de las células del sistema mononuclear fagocítico.

b) Promastigote.- Mide 10-15µm de largo y 2 µm de ancho Presenta un flagelo anterior largo, reside en el tubo digestivo del vector, y es responsable de la infección primaria en el hospedador vertebrado [3]

1.3 Vector

Pertenecen al orden Díptera, suborden Nematocera, familia Psychodidae y subfamilia Phlebotominae y a los géneros Phlebotomus en el Viejo Mundo y Lutzomyia en el Nuevo Mundo. Noventa y tres de las 800 especies de los respectivamente son transmisoras de Leishmania sp. La hembra hematófaga es la responsable de la transmisión, al requerir aportes de proteína para la ovoposición.

El flebótomo infectado con Leishmania sp. suele efectuar repetidas picaduras, en busca del vaso sanguíneo, así como regurgitación motivada por el colapso de la válvula estomodeal por grupos de Leishmania sp. aglutinados mediante un proteofosfoglicano, lo que aumenta el nivel de transmisión del parásito. Además, la saliva constituye un elemento importante en el establecimiento del parásito en el hospedador por la presencia de anticoagulantes y vasodilatadores.

1.4 Ciclo vital

Durante la ingesta de sangre, el flebótomo hembra infectado inocula entre 10 y 200 promastigotes metacíclicos de Leishmania sp. en el hospedador vertebrado. Los parásitos interactúan con las células del sistema mononuclear fagocítico, macrófagos y células dendríticas y son fagocitados, mediante el reconocimiento de ligandos de la superficie del parásito por los receptores del macrófago. Los promastigotes retrasan la formación del fagolisosoma mediante el lípidofosfoglicano (LPG), el oligosacárido más abundante de la superficie. Los promastigotes son fagocitados en una vacuola parasitófora que evoluciona hacia un lisosoma inmaduro donde los parásitos se transforman a amastigotes y se reproducen mediante fisión binaria hasta lisar el macrófago hospedador, con infección de nuevos parásitos.

El vector al picar al vertebrado infectado ingiere macrófagos infectados, que son lisados en el tubo digestivo con posterior transformación en promastigotes, que se anclan a las vellosidades del tubo digestivo. En una etapa posterior, experimentan la metaciclogénesis, con liberación del epitelio del tubo digestivo y migración a la probóscide, con adquisición de virulencia. en condiciones para ser inoculados a un nuevo huésped completándose el ciclo.

1.5 Resolución de leishmaniasis. Macrófago como hospedador y como ejecutor M1 y M2

Los macrófagos cumplen una doble función en la leishmaniasis. Son responsables de la eliminación del parásito internalizado y favorecer la replicación de Leishmania sp. como célula hospedadora. Los macrófagos naïve o M0 mediante diferentes estímulos, se diferencian a dos fenotipos funcionalmente diferentes. Los M1 o macrófagos pro-inflamatorios se caracterizan por su acción microbicida, tras activación por citoquinas, principalmente interferón gamma (IFN-γ) y factor de necrosis tumoral (TNF-α) necesarios para la eliminación del patógeno mediante producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y de nitrógeno.

Los M2 o macrófagos anti- inflamatorios/inmunomoduladores son inducidos mediante IL-4 e IL-13 de linfocitos Th2, se desvia el metabolismo de arginina hacia la producción de ornitina en vez de NO, lo que favorece el crecimiento y supervivencia de Leishmania sp. dentro de la célula fagocítica. Leishmania sp. al modular las funciones de los macrófagos, impide la inmunidad protectora y favorece la progresión de la enfermedad [4]

1.6 Control de la Leishmaniasis

Las estrategias establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), tanto para reservorios como para vectores, han tenido sólo un éxito parcial y específico en determinadas áreas. A pesar de los avances realizados en las dos últimas décadas, y de la existencia de diversos ensayos clínicos con diferentes candidatos, se carece de una vacuna aprobada para su uso en humanos. Las únicas vacunas disponibles anti-Leishmania sp. son de uso veterinario y su protección es parcial. Consecuentemente, la quimioterapia es casi exclusivamente la única forma de lucha contra la leishmaniasis [5]

1.6.1Tratamiento y problemas de resistencia

La elección del tratamiento para la leishmaniasis es multifactorial, conforme a la forma de la enfermedad, especie de Leishmania infectante, disponibilidad y costo del medicamento, o situación geográfica, entre otros. Muchos de los tratamientos en uso presentan varias limitantes como: alto nivel de toxicidad, resistencia, larga duración con hospitalización del paciente, y graves efectos secundarios [6]. Entre los fármacos de elección se encuentran: Antimoniales pentavalentes, anfotericina B, paromomicina, pentamidina, y como último medicamente oral miltefosina.

Los antimoniales han sido fármacos de primera línea desde su aparición en la década de 1920, pero en los

últimos veinte años se ha evidenciado un notable fallo en el tratamiento, debido al alto índice de resistencia especialmente en el subcontinente indio. Puede deberse al uso inadecuado del fármaco para el tratamiento o incluso se ha visto que la contaminación de acuíferos por As (III) en la India puede generar la selección de parásitos resistentes al antimonio por resistencia cruzada.

Otro factor a tomar en cuenta es la coinfección con VIH, ya que el componente inmunitario es esencial en la eficacia de los antimoniales. En pacientes inmunocomprometidos la tasa de curación con antimoniales tiende a ser muy baja (37% aproximadamente), al ser una fuente potencial de aparición de fármaco-rresistencia (Pountain et al., 2019).

Los mecanismos de resistencia en antimoniales pueden ser debidas a: a) Una disminución de la reducción de Sb (V) a Sb (III), incremento de los niveles de tripanotión reducido, disminuidos por el fármaco. b) Deleción del gen de la acuaporina (AQP1), la proteína que forma un canal acuoso en la membrana para la entrada de Sb (III) al espacio intracelular. c) Sobreexpresión del gen que codifica MRPA, una bomba de eflujo que excreta complejos [Sb (III)-tripanotión] del espacio intracelular a vesículas. d) Sobreexpresión de la enzima triparedoxina peroxidasa, con incremento de las defensas frente al estrés oxidativo. e) Polisacáridos expresados en cepas resistentes contribuyen al aumento de la citoquina pro-inflamatoria IL-10 en macrófagos y consecuentemente a la sobreexpresión de MDR1. En el año 2005 el uso de antimoniales se abandona como fármaco de primera línea para el tratamiento de leishmaniasis. Sin embargo, se utilizan en América del Sur y el Este de África.

Actualmente, la OMS recomienda el uso de anfotericina B liposomal (Ambisome) como dosis única. Sin embargo, ya se han registrado los primeros fracasos de tratamiento en India, así como en Suiza y Francia, especialmente en pacientes inmunosuprimidos [7]. Aunque la resistencia a la anfotericina B por parte del parásito se ha inducido en el laboratorio ahora es anecdótica, y asociada a la pérdida de la C24-metiltransferasa de esterol [8]

La resistencia a pentamidina, debido a la proteína PRP1 transportador de la familia ABC (ATP- binding-Casette), que le confiere dicha particularidad. La resistencia a paromomicina no se encuentra bien esclarecida, con gran polimorfismo a nivel génico y metabolómico, e inducida en el laboratorio y donde el incremento de la aminotransferasa de aminoácidos ramificados y el lactato deshidrogenasa juegan un papel importante, así como la serina proteína quinasa lmjf.22.0810. En L. donovani la resistencia a paramomicina se ha asociado a cambios en la fluidez de membrana, con menor acumulación del fármaco, sobreexpresión de MDR1 y MRPA y de la fosfatasa 2 de proteínas.

En general la resistencia se genera mayormente en monoterapias, aunque las terapias combinadas no están exentas. Leishmania sp. presenta una gran plasticidad genómica, que conlleva a cambios metabólicos, alteración de la respuesta de estrés, aumento en los niveles de tripanotión, mayor integridad celular y cambios del potencial de la membrana mitocondrial [9]

La miltefosina, como primer fármaco oral, con posible autodispensación por parte del paciente, con efectos secundarios relativamente escasos, será el foco del presente TFM. Una década después de su implementación para la erradicación del kala-azar, el porcentaje de recidivas alcanza hasta el 10% en la India, aunque los casos de resistencia inducida en el parásito, paradójicamente son escasos, a pesar de la fácil inducción in vitro de la misma.

2 Materiales and métodos

Para aplicar la técnica de Iadov neutrosófico es necesario que los expertos se basen en un sistema de evaluación lingüístico que muestre la opinión del experto. Este sistema y sus equivalentes neutrosófico y numérico se muestra en la tabla 1[10-12].

Término lingüístico	SVNU	Escala
Claramente satisfecho(a)	(1;0;0)	3
Más satisfecho(a) que insatisfecho(a)	(1;0,35;0,35)	2,3
No definido	I	1.5
Más insatisfecho(a) que satisfecho(a)	(0,35; 0,35;1)	1
Claramente insatisfecho(a)	(0;0;1)	0
Contradictorio	(1;0;1)	2

Tabla 1: Sistema de evaluación neutrosófica para los expertos. Elaboración propia.

El término I en neutrosofía se interpreta como una unidad de indeterminación.

Otra componente propia del método es la tabla Lógica de Iadov, que asigna valores numéricos a tres preguntas cerradas que se les aplica a los expertos (tabla 2). En caso de ser necesario se pueden aplicar preguntas abiertas en las encuesta [13-16].

1ª PREGUNTA	Sí	No sé	No

2ª PREGUNTA 3ª PREGUNTA	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Es un proceso de investigación consolidado	1	2	6	2	2	6	6	6	6
Es un proceso de investigación parcialmente consolidado	2	3	3	2	3	3	6	3	6
Me es indiferente	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Es un proceso de investigación menos consolidado de lo que realmente dice ser	6	3	6	3	4	4	3	4	4
Es un proceso de investigación sin consolidar	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Tabla 2: Derivación del cuadro Lógico de Iadov. Elaboración propia.

Para encuestar el nivel de satisfacción de los expertos, se utilizó la técnica de Iadov neutrosófica. Esta técnica está basada en el uso de conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés) asociados a variables lingüísticas o su capacidad de aumentar la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [17-20].

La definición de SVNS es la siguiente

Sea X un universo de discurso. Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{[x, u_a(x), r_a(x), v_a(x)] : \in X\}\, dA = \{[x, u_a(x), r_a(x), v_a(x)] : \in X\}d \quad (1)$$

Donde:

$$u_a(x): X \to [0\,,1], r_a(x): X \to [0\,,1]\ y\ v_a(x): X \to [0\,,1]$$

Con

$$0 \leq\ u_a(X), r_a(X), v_a(X)\ \leq 3, \forall x\ \in X$$

Por cuestiones de conveniencia un Número Neutrosófico de Valor Único (SVNS) será expresado como $A = (a, b, c)$, donde a, b, c∈ [0,1] y satisface $0 \leq a + b + c\ \leq 3$.

Para encontrar un único conjunto SVNS que describa varios conjuntos a la vez se utilizan los operadores de agregación. Uno de estos operadores es el de la media ponderada neutrosófica (WA), el cual está definido como sigue [13, 18-20].

Sea $\{A_1, A_2, \dots, A_n\} \in SVNS\ (x)$, donde $A_j = (a_j, b_j, c_j)(j = 1, 2, \dots, n)$, el Operador de la media ponderada neutrosófica (WA) se calcula:

$$WA\ (A_1, A_2, \dots, A_n) = \sum_{i=1}^{n} [w_j\ , A_i] \quad (2)$$

Donde:

$WA\ (w_1, w_2, \dots, w_n) = \sum_{i=1}^{n} [w_j\ , A_i]$ es el vector de $A_j\ (j = 1,2, \dots, n)$ tal que $w_n \in [0,1]$ y $\sum w_j = 1$

Para desneutrosificar este conjunto de manera que se obtenga un único valor, se utiliza por lo general una función de puntuación [21].

Sea A = (a, b, c), la función de puntuación S de un SVNS, basada en el grado de pertenencia indeterminado y el grado de pertenencia falso, se define por la ecuación siguiente[22-24]:

$$S(A(= 2 + T + F + I \quad (3)$$

Para la utilización de un SVNS para la medición de la satisfacción individual, es necesario que este valor esté asociado a una variable lingüística. Por tanto, se especificaron las escalas que se muestran en la tabla 2 y se calculó la puntuación correspondiente mediante (3)[25, 26].

Para los casos en que la evaluación corresponda a la indeterminación (no definida) (I), se desarrolló un proceso.

$$\lambda([a_1, a_2]) = \frac{a_1 +\ a_2}{2} \quad (4)$$

Para calcular el Índice de satisfacción global de los encuestados (ISG) se utilizó el operador de agregación WA (2), se toma en consideración los valores de puntuación y que todos los encuestados tienen el mismo peso, por lo que $w_i = \frac{1}{n}$.

El instrumento diseñado para la aplicación de la encuesta fue un cuestionario de cinco preguntas, de las cuales tres son cerradas (1, 3 y 5) y dos abiertas (2 y 4). Las tres preguntas cerradas se relacionaron a través del "Cuadro lógico de Iadov", el cual se presenta en la Tabla 2 [17, 26, 27].

El algoritmo usado para la aplicación de la técnica Iadov neutrosófico es entonces el siguiente:

1. Una vez aplicado el cuestionario se halla en el cuadro lógico de Iadov de tres entradas, el valor correspondiente (del 1 al 6) para la clasificación de satisfacción de los expertos encuestados.
2. A este valor se le hace corresponder la variable lingüística, el SVNS y la puntuación según la tabla 2.
3. El valor de puntuación de cada encuestado es utilizado para calcular el índice de satisfacción grupal (ISG) a partir de la agregación de todas las puntuaciones mediante la fórmula del operador de agregación WA (2).
4. El ISG es interpretado a partir de la ubicación del valor según la escala correspondiente (tabla 1).

Las dos preguntas abiertas permitieron completar la valoración del nivel de satisfacción de los estudiantes con la metodología aplicada y fueron las siguientes:

1. ¿Cree usted que la integración de miltefosina en los tratamientos contra la leishmaniasis mejorará los resultados propuestos en la industria farmacéutica? (pregunta 1 del cuestionario)
2. ¿Considera usted que se debe desarrollar el alcance y especificar las pautas de las investigaciones en el desarrollo de fármacos? (pregunta 4 del cuestionario)
3. ¿Cuál es su criterio acerca del tratamiento de miltefosina como estrategia terapéutica contra la leishmaniasis? (pregunta 5 del cuestionario)
4. ¿Cómo cree que podría desarrollar este tratamiento? (pregunta 2 del cuestionario)
5. ¿Qué le parece las implicaciones del fármaco evitar tratamientos ineficaces en infecciones causadas por parásitos y sus aplicaciones? (pregunta 3 del cuestionario)

3 Resultados

A partir de la aplicación de la encuesta a los tres grupos de expertos se obtuvieron los resultados en cuanto a los niveles de satisfacción individuales que se muestran en la figura 1.

Puede apreciarse niveles de satisfacción positivos en las ciencias de las estrategias terapéuticas, con predominio de las investigaciones en el desarrollo de fármacos en los tres grupos. Sin embargo, se observan expertos con insatisfacciones sobre todo en la integración de las industrias farmacéuticas y las investigaciones en el desarrollo de fármacos en las ciencias de la salud. También se encontraron posiciones indeterminadas y contradictorias, aunque escasas.

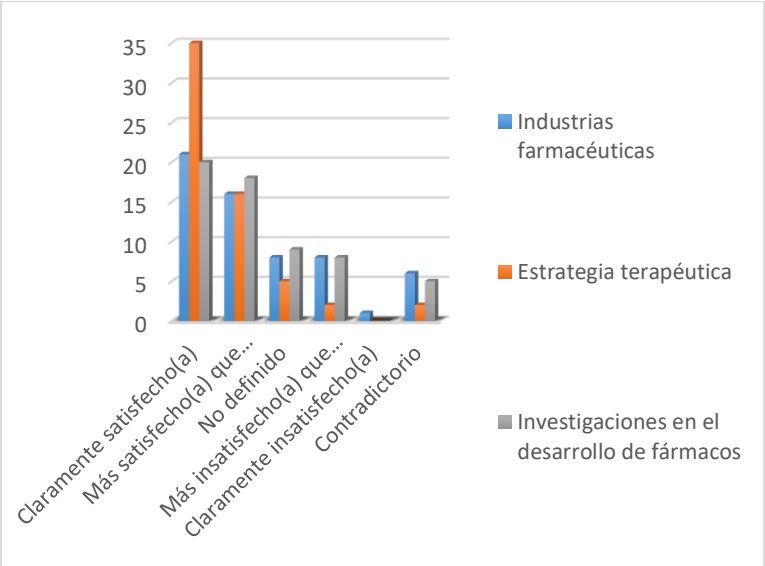


Figura 1: Niveles de satisfacción individuales por grupo. Elaboración propia.

Los cálculos de los ISG según la frecuencia de observación y los índices de satisfacción individuales de las

categorías diseñadas y sus puntuaciones correspondientes se muestran en las tablas 3, 4 y 5, para cada grupo respectivamente.

Término lingüístico	SVNU	Puntuación (S)	Frecuencia (F)	F*S	(F*S)/n
Claramente satisfecho(a)	(1;0;0)	3	21	63	1.05
Más satisfecho(a) que insatisfecho(a)	(1;0,35;0,35)	2.3	16	36.8	0.61
No definido	I	1.5	8	12	0.20
Más insatisfecho(a) que satisfecho(a)	(0,35; 0,35;1)	1	8	8	0.13
Claramente insatisfecho(a)	(0;0;1)	0	1	0	0.00
Contradictorio	(1;0;1)	2	6	12	0.20
Industrias farmacéuticas					2.20

Tabla 3: Cálculo del Índice de Satisfacción Grupal (ISG) del grupo de Industrias farmacéuticas. Elaboración propia.

Término lingüístico	SVNU	Puntuación (S)	Frecuencia (F)	F*S	(F*S)/n
Claramente satisfecho(a)	(1;0;0)	3	35	105	1.75
Más satisfecho(a) que insatisfecho(a)	(1;0,35;0,35)	2.5	16	40	0.67
No definido	I	1.5	5	7.5	0.13
Más insatisfecho(a) que satisfecho(a)	(0,35; 0,35;1)	1	2	2	0.03
Claramente insatisfecho(a)	(0;0;1)	0	0	0	0.00
Contradictorio	(1;0;1)	2	2	4	0.07
Estrategia terapéutica de fármacos					2.64

Tabla 4: Cálculo del Índice de Satisfacción Grupal (ISG) del grupo de Estrategia terapéutica. Elaboración propia

Término lingüístico	SVNU	Puntuación (S)	Frecuencia (F)	F*S	(F*S)/n
Claramente satisfecho(a)	(1;0;0)	3	20	60	1.00
Más satisfecho(a) que insatisfecho(a)	(1;0,35;0,35)	2.5	18	45	0.75
No definido	I	1.5	9	13.5	0.23
Más insatisfecho(a) que satisfecho(a)	(0,35; 0,35;1)	1	8	8	0.13
Claramente insatisfecho(a)	(0;0;1)	0	0	0	0.00
Contradictorio	(1;0;1)	2	5	10	0.17
Investigaciones en el desarrollo de fármacos					2.27

Tabla 5: Cálculo del Índice de Satisfacción Grupal (ISG) del grupo de Investigaciones en el desarrollo de fármacos. Elaboración propia.

De los tres grupos, solo el ISG del grupo de Estrategia terapéutica de fármacos se evalúa a 2.60 en el tratamiento de la Leishmaniasis. Por tanto, se establece por los expertos que la integración estrategia terapéutica es común en las enfermedades olvidadas por la baja inversión de las compañías farmacéuticas.

Para los grupos de Industrias farmacéuticas y las Investigaciones en el desarrollo de fármacos, existen un nivel de indeterminación o contradicción entre los expertos sobre la interrelación de estos grupos. Los expertos comentan que después de una década, su eficacia ha disminuido un 10%. Sin embargo, este fracaso principalmente no está asociado a una resistencia propia de Leishmania sp, sino a diversos factores como la respuesta inmunológica deficiente del paciente y el uso inadecuado del fármaco. La comprensión entre las industrias farmacéuticas y las Investigaciones en el desarrollo de fármacos proporcionarán un mejor enfoque para preservar los fármacos existentes y sugerir el tratamiento adecuado.

Estos resultados obtenidos de satisfacción de los expertos ante la estrategia terapéutica con la técnica Iadov, fueron reafirmados con las respuestas de los expertos a las preguntas abiertas. Entre las opiniones más frecuentes se destacan las contradicciones de las ciencias de la salud como un proceso de investigación consolidado. Para la estrategia terapéutica sobre fármacos pueden ayudar a la reflexión de los investigadores actuales y servir de guía para el perfeccionamiento de sus estrategias. La investigación puede aportar elementos de comparación con los tratamientos de fármacos para evitar la miltefosina, al analizar el desarrollo en estudios similares.

4. Discusion

La quimioterapia es el eje fundamental para el tratamiento de leishmaniasis. El alto costo, toxicidad, vía de administración, disponibilidad y problemas de resistencia a los fármacos utilizados ha promovido la búsqueda de fármacos alternativos. El reposicionamiento de miltefosina (hexadecilfosfocolina) como leishmanicida, ha significado un importante avance en la gestión de la enfermedad. Además, es el último y el único fármaco oral aprobado por la FDA para el tratamiento de la enfermedad [28]

Debido al notable incremento de resistencias, la OMS promueve el uso de terapias combinadas con el fin de mejorar el costo, evitar la toxicidad, disminuir el tiempo del tratamiento y sobre todo evitar la aparición de resistencias. Dos estudios han sido aprobados para la utilización de miltefosina en terapia combinada. La combinación de miltefosina con anfotericina B liposomal (5mg/kg) ha demostrado una reducción del tiempo de tratamiento, de 28 a 7 días con una eficacia del 98%. La terapia combinada de miltefosina+paromomicina, está indicada como primera línea en regiones que no sean factibles mantener una cadena de frío, especialmente en L. infantum. Al parecer miltefosina retrasa la aparición de resistencias a paromomicina, se representa una opción segura y asequible para el tratamiento de LV.

Aunque los reportes de resistencia a miltefosina como tratamiento para leishmaniasis aún son escasos, se prevé que puede aumentar. Se ha demostrado in vitro, que al exponer a Leishmania sp. a miltefosina repetidamente, la aparición de parásitos resistentes es relativamente rápida. La resistencia está principalmente asociada a una disminución en la internalización del parásito. Ya sea por alguna alteración en LdMT o en la subunidad LdRos3 o en la sobreexpresión de transportadores ABC [29].

Actualmente no existe un marcador de resistencia a miltefosina para aislados clínicos. La investigación de la expresión del transportador LdMt y la subunidad LdRos3 mediante PCR podrían resultar de gran utilidad en el uso adecuado del fármaco, y así, promover la vida útil del mismo al evitar un tratamiento ineficaz en el caso de cepas resistentes [9] [30].

Uno de los obstáculos más serios para la eficacia de los diferentes fármacos leishmanicidas es la permeabilidad selectiva del parásito, en este contexto se ha desarrollado herramientas moleculares para eludir esta resistencia mediante CPPs, debido a su capacidad para transportar diversas moléculas a través del plasma o membranas endosomales de las células diana. Se utilizó el prototipo de CPP Tat(48-60) (GRKKRRQRRRPPQ-amida) en la cepa R40 L. donovani resistente a miltefosina. El modelo usó conjugados con un redox escindible (disulfuro) o enlace ble (tioéter) de miltefosina al CPP. Resultó en la superación de la resistencia y eliminación del parásito lo que constituye una prueba potencial de la utilización de CPP como vectores en la quimioterapia antileishmanica. Incluso se ha descrito la utilización de CPP junto con el análogo flourescente de miltefosina para proporcionar un seguimiento sobre la eficacia de CPP en la conversión de cepas resistentes a sensibles.

El efecto inmunomodulador de miltefosina también puede ser clave para derrotar la resistencia, el fármaco no solo actúa en la eliminación directa del parásito, sino también induce una respuesta Th1, esencial en un primer enfrentamiento del sistema inmunológico del huésped frente a Leishmania sp. Esta respuesta podría ser mejorada en combinación con agentes inmunoestimuladores.

5. Conclusion

La miltefosina es actualmente el primer fármaco oral para la leishmaniasis, altamente efectivo y cuya inducción a resistencias es muy baja. Ha sido un claro ejemplo del reposicionamiento de fármacos, una estrategia terapéutica muy común en las enfermedades olvidadas por la baja inversión de las compañías farmacéuticas para dichas enfermedades.

Es un fármaco multidiana, consecuentemente la resistencia se enfoca a la consecución de una concentración intracelular deficiente en el parásito. Dicha acumulación deficiente se debe a dos causas, la principal, la entrada deficiente del fármaco al espacio intracelular del parásito, promovida por baja expresión o mutación inactivante del único transportador del fármaco descrito hasta la fecha, un aminofosfolípido traslocasa con dos subunidades. Con menor significancia, pero importantes en su contribución a la resistencia final, aparecen las bombas de eflujo de la familia ABC, debido a su amplio espectro de sustratos, su sobreexpresión puede ser inducida por otros fármacos, al inducir una cierta resistencia cruzada.

La aplicación de la técnica de IADOV neutrosófico permite que los expertos representen la indeterminación como parte de sus conocimientos y de las evaluaciones complementarias en base a términos lingüísticos que les presentan en el cuestionario. Constituye un instrumento de gran valor para el estudio de la satisfacción - insatisfacción de los expertos a la hora de evaluar las investigaciones de las ciencias de la salud. Sin embargo, un estudio más profundo de la estrategia terapéutica de fármacos correcta permitiría entre las investigaciones en el desarrollo de fármacos y las industrias farmacéuticas una integración entre pares homólogos.

La identificación temprana de la resistencia permitirá evitar tratamientos ineficaces en infecciones causadas por parásitos resistentes, y proceder directamente a otros fármacos o a terapias de combinación, con el consiguiente

ahorro de tiempo y de medios. Dicho diagnóstico temprano se realizaría por secuenciación génica de las subunidades de los transportadores, o de incorporación de análogos fluorescentes de la miltefosina en una biopsia fresca de la lesión. Además, la utilización de terapias de combinación puede preservar la vida útil de la miltefosina.

La utilización de péptidos penetrantes conjugados a miltefosina puede permitir obviar la entrada deficiente del fármaco a través del transportador, ya que el acceso del conjugado se realiza a través de la bicapa fosfolipídica y no a través de transportadores específicos

References

[1] D. Steverding. (2017) The history of leishmaniasis. *Parasites and Vectors.* 1–10. Available: https://doi.org/10.1186/s13071-017-2028-5

[2] I. Abadías-Granado, A. Diago, P. A. Cerro, A. M. Palma-Ruiz, & , and Y. Gilaberte. (2021) Cutaneous and Mucocutaneous Leishmaniasis. *Actas Dermo-Sifiliograficas*. 601–618 Available: https://doi.org/10.1016/j.ad.2021.02.008

[3] OPS. (2019) Manual de procedimientos para vigilancia y control de Leishmaniasis. *In Angewandte Chemie International Edition*. 951–952. Available: Organización Panamerica de la salud

[4] F. Tomiotto-Pellissier *et al.* (2019) Macrophage Polarization in Leishmaniasis: Broadening Horizons. . *Frontiers in Immunology*. 1-12. Available: https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02529

[5] S. Iborra, J. C. Solana, J. M. Requena, & , and M. Soto. (2018) Vaccine candidates against leishmania under current research. . *Expert Review of Vaccines*. 323-334. Available: https://doi.org/10.1080/14760584.2018.1459191

[6] A. Ponte-Sucre *et al.* (2017) Drug resistance and treatment failure in leishmaniasis: A 21st century challenge. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 1-24. Available: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006052

[7] S. Hendrickx, M. Van den Kerkhof, D. Mabille, Cos, P., , P. Delputte, L. Maes, & , and G. Caljon. (2017) Combined treatment of miltefosine and paromomycin delays the onset of experimental drug resistance in Leishmania infantum. . *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 1-10. Available: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005620

[8] A. W. Pountain *et al.* (2019) Genomic instability at the locus of sterol C24-methyltransferase promotes amphotericin B resistance in leishmania parasites. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 1-26. Available: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007052

[9] J. R. Luque-Ortega *et al.* (2012) Defeating Leishmania resistance to Miltefosine (hexadecylphosphocholine) by peptide-mediated drug smuggling: A proof of mechanism for trypanosomatid chemotherapy. *Journal of Controlled Release*. 835-842. Available: https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2012.05.023

[10] I. I. O. Fernández and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores,* 2018.

[11] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101,* vol. 11, pp. 41-48, 2020.

[12] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado,* vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.

[13] M. A. Andino-Herrera, Cuenca-Díaz, H. Paronyan, and V. Murillo. (2019) Use of the neutrosophic IADOV technique to diagnosethe real state of citizen participation and social control, exercised by young people in Ecuador. *Neutrosophic Sets and Systems, 26*. 169-173.

[14] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad,* vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.

[15] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores,* vol. 9, no. SPE1, 2021.

[16] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems,* vol. 44, no. 1, p. 18, 2021.

[17] L. Guerrero Morales, R. W. Proenza Ventura, and A. H. González. (2019) Iadov Neutrosofico para medir la satisfacción de los docentes con la aplicación del Solver de Excel en la programación lineal. . *Neutrosophic Computing and Machine Learning, Vol. 5*. 14-25.

[18] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado,* vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.

[19] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación,* vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.

[20] M. D. O. Rodríguez, C. A. M. León, C. D. N. Rivera, C. M. B. R. Cueva, and C. J. E. Ricardo, *HERRAMIENTAS Y BUENAS PRACTICAS DE APOYO A LA ESCRITURA DE TESIS Y ARTICULOS CIENTIFICOS*. Infinite Study, 2019.

[21] A. S. W. Alfredo-Cacpata, Gil-Betancourt, N. J. Enríquez-Guanga, and K. T. Castillo-Núñez. (2019) Validation of the proof reversal on the inexistence of untimely dismissal by using neutrosophic IADOV technique. *Neutrosophic Sets and Systems, 26(Special Issue: Social Neutrosophy in Latin America), 45-51*.

[22] M. LEYVA, J. HECHAVARRIA, N. BATISTA, J. A. ALARCON, and O. GOMEZ, "A framework for PEST analysis based on fuzzy decision maps," *Revista espacios,* vol. 39, no. 16, 2018.

[23] M. Y. Leyva Vázquez and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.

[24] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore,* vol. 6, no. Special, 2018.

[25] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.

[26] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas,* vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.

[27] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad,* vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.

[28] M. Rama, N. V. Kumar, enkates. A., and S. Balaji. (2015) A comprehensive review of patented antileishmanial agents. *Pharmaceutical Patent Analyst*. 37-56. Available: https://doi.org/10.4155/ppa.14.55

[29] E. Castanys-Muñoz, J. M. Pérez-Victoria, F. Gamarro, & , and S. Castanys. (2008) Characterization of an ABCG-like transporter from the protozoan parasite Leishmania with a role in drug resistance and transbilayer lipid movement. . . *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 3573-3579. Available: https://doi.org/10.1128/AAC.00587-08

[30] J. R. Luque-Ortega, & Rivas, L. (2007) Miltefosine (hexadecylphosphocholine) inhibits cytochrome c oxidase in Leishmania donovani promastigotes. . *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 1327–1332. Available: https://doi.org/10.1128/AAC.01415-06

Recibido: Mayo 31, 2022. **Aceptado:** Junio 24, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Efectividad de las medidas socioeducativas del menor infractor mediante SVNS

Effectiveness of socioeducational measures for juvenile offenders through SVNS

Janneth Ximena Iglesias Quintana[1], Lola Ximena Cangas Oña[2], and José Milton Jiménez Montenegro[3]

[1] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001 -7861 -4676.
E-mail: ur.jannetiglesias@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001 -5599-8689.
E-mail: ur.lolacangas@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2395-9663.
E-mail: ur.josejimenez@uniandes.edu.ec

Resumen.. El presente trabajo tiene como objetivo la utilización de la lógica neutrosófica para determinar la efectividad de un conjunto de medidas socioeducativas de jóvenes infractores en la reintegración social. Para llevar a cabo el objetivo propuesto, se realizó el uso del método COPRAS, modificado en una variante neutrosófica para el análisis de los datos y la selección de las alternativas. Mediante la aplicación del método empleado, se determinó la existencia de cuatro medidas de mayor efectividad ante los criterios seleccionados. La realización del presente estudio permitió confirmar la versatilidad de los métodos de decisión multicriterios para la resolución de problemas complejos de diversa índole. Asimismo, permitió verificar la utilidad del uso de los conjuntos neutrosóficos de valor único como herramienta para solventar problemas en los que se incluyen datos imprecisos o indeterminados. La conjunción de métodos de resolución de problemas multicriterios con los aportes realizados por la neutrosofía, constituyen fuertes pilares sobre los que se pueden fundamentar todas las formas de ciencia en aras de resolver, efectivamente, los diversos problemas de la vida real.

Plabras Claves: método de decisión multicriterios, COPRAS, medidas socieducativas, menor infractor, SVNS.

Abstract. The objective of this paper is to use neutrosophic logic to determine the effectiveness of a set of socio-educational measures for the social reintegration of young offenders. In order to achieve the proposed objective, the COPRAS method was used, modified in a neutrosophical variant for the analysis of damages and the selection of alternatives. Through the application of the method used, the existence of four measures of greater effectiveness in the face of the selected criteria was determined. This study confirmed the versatility of multi-criteria decision methods for the resolution of complex problems of various types. It also made it possible to verify the usefulness of the use of single-valued neutrosophic sets as a tool for solving problems involving imprecise or indeterminate data. The conjunction of multi-criteria problem solving methods with the contributions made by neutrosophy, constitute strong pillars on which all forms of science can be based in order to solve, effectively, the diverse problems of real life.

Keywords: multi-criteria decision method, COPRAS, socio-educational measures, juvenile offender, SVNS.

1 Introducción

La toma de decisiones forma parte indefectible del todos los aspectos de la vida humana. En los últimos años, la necesidad de suponer criterios y alternativas más variadas en los problemas de decisión se ha hecho más complejo. En tal escenario, personas encargadas de la toma de decisiones ha empleado métodos para la evaluación subjetiva en áreas de superar tales dificultades [1]. Por su parte, la presencia de datos o mediciones inciertas han generado una gran necesidad de establecer mecanismos efectivos para su medición. [2]

Para superar tales obstáculos, en los últimos años, muchos esfuerzos de investigación se han centrado en incorporar la vaguedad de la información inicial, para dar solución a problemas complejos prácticos de la naturaleza. Para ello se ha empleado con éxito el uso de métodos de toma de decisiones multicriterios (MCDM). Unido a ello, [3] introdujo la teoría de conjuntos difusos (FS) con el fin de superar la dificultad que supone la generación de

datos inciertos e imprecisos durante la toma de decisiones. Con el tiempo, otros tipos de conjuntos fueron introducidos para extender la aplicación de esta teoría [4], [5]. Sin embargo, se ha determinado que estos no pueden tener en cuenta todo tipo de incertidumbres que surgen en los diferentes campos de la vida real [6]–[8].

Para dar solución a ello, [9] propuso la teoría de conjuntos neutrosóficos como una generalización de los conjuntos "difusos". La teoría de conjuntos neutrosóficos constituye un poderoso marco formal que generaliza el concepto de conjunto clásico, conjunto borroso, conjunto borroso con valores de intervalo, conjunto borroso intuicionista, conjunto borroso intuicionista con valores de intervalo y otros [3], [10].

Tras los aportes realizados por Smarandache, se han introducido varias nociones para conjuntos neutrosóficos que proporcionan un marco matemático más razonable para tratar con información indeterminada e inconsistente. Para facilitar el lado práctico de los conjuntos neutrosóficos, Wang et al [11] definieron el conjunto neutrosófico de un solo valor (SVNS) y propusieron las operaciones teóricas de conjuntos y algunas propiedades de los SVNS [11]. Por lo tanto, los SVNS se pueden aplicar en campos científicos y de ingeniería reales. [11]

Dada su importancia y aplicabilidad en múltiples formas de la ciencia, la ingeniería y la sociedad, diversos especialistas han ampliado el modelo neutrosófico para extender su aplicación práctica. Ejemplo de ello constituye [12], que presentaron un nuevo enfoque para problemas de toma de decisiones grupales de atributos múltiples al extender la Técnica de Preferencia de Orden por Similitud a Método de Solución Ideal (TOPSIS) al entorno neutrosófico de un solo valor. De esta manera, utilizaron SVNS para clasificar las alternativas en función de la característica, que expresa la opinión de los responsables de la toma de decisiones en función de la información proporcionada.

Por otro lado, [13] aplicó SVN con optimización multiobjetivo mediante un método de análisis de relación (MULTIMOORA) para la selección del estudio de caso de diseños de circuitos de comunicación. Este método tuvo el potencial de ser más eficiente en el manejo de una gran cantidad de problemas de decisión complicados que involucran conjuntos de datos imprecisos e insuficientes.

La responsabilidad de los adolescentes cuando cometen infracciones, en contra de la vida y los bienes es un aspecto de suma seriedad en el contexto actual de nuestro tiempo. Es de fundamental importancia garantizar que los grupos de adolescentes infractores tengan una verdadera rehabilitación. En tal sentido, las medidas que se dictan como pena o consecuencia de los actos delictivos en jóvenes menores de edad constituyen unas de las formas para garantizar su reinserción a la sociedad. Sin embargo, se hace necesario establecer una verdadera medida de la efectividad de tales medidas, pues se ha tenido evidencia de acciones contrarias a las que se desea.

El presente trabajo tiene como objetivo la utilización de la lógica neutrosófica para la determinación de la efectividad de un conjunto de medidas socioeducativas de jóvenes infractores en la reintegración social. Para llevar a cabo el objetivo propuesto, propone la utilización del método COPRAS, extendido hacia un formato neutrosófico y apoyados en el uso de conjuntos neutrosóficos de valor único. De esta manera, se emplea el método propuesto por [14] para el desarrollo del estudio.

2 The COPRAS method

This multicriteria decision making technique was proposed by [15] can be generally expressed as follows. We consider decision-making problem, which consists of *m* alternatives that must be assessed considering *n* criteria, and x_{ij} can be expressed as the value of the i^{th}alternative by the criterion. The main idea of the COPRAS technique consists of the steps described below:

Step1. Select the appropriate set of criteria that describes the chosen alternatives.

Step2. Prepare decision-making matrix *X*:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \dots & x_{1n} \\ x_{22} & x_{22} \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Step 3. Determine the weights of the criteria w_j.

Step 4. Normalize decision-making matrix $\bar{X}$. The values of the normalized matrix are determined as

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}; i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n \tag{2}$$

Step 5. Compute weighted normalized decision-making matrix *D,* which components are calculated as

$$d_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot w_j; i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n \tag{3}$$

Step 6. Compute summation of the criterion values with respect to optimization direction for each alternative

$$P_{+i} = \sum_{j=1}^{L_{max}} d_{+ij};\ P_{-i} = \sum_{j=1}^{L_{min}} d_{-ij} \tag{4}$$

where d_{+ij} values correspond to the criteria to be maximized and values d_{-ij} correspond to the criteria to be minimized.

Step 7. Determine the minimal component of the P_{-i}:

$$P_{-min} = min_i P_{-i}; i = 1,2, \dots, L_{min} \quad (5)$$

Step 8. Determine the score value of each alternative Q_i:

$$Q_i = P_{+i} + \frac{P_{-min} \sum_{j=1}^{L_{min}} P_{-j}}{P_{-i} \sum_{j=1}^{L_{min}} \frac{P_{-min}}{P_{-j}}}; j = 1, \dots, L_{min} \quad (6)$$

Step 9. Determine optimality criterion K for the alternatives:

$$K = max_i Q_i \,; i = 1,2, \dots, m \quad (7)$$

Step 10. Determine the priority of the alternatives. The greater score value Q_i for the alternative corresponds to the higher priority (rank) of the alternative.

3 Neutrosophics Sets

Definition 1 Let X be a space of the objects and $x \in X$. A neutrosophic set A in X is defined by three functions: truth-membership function $T_A\,(x)$, an indeterminacy- membership function $I_A\,(x)$ and falsity-membership function $F_A\,(x)$. These functions , and are defined on real standard or real non-standard subsets of $]0^-, 1^+[$. That is $T_A\,(x): X \rightarrow]0^-, 1^+[\,, I_A\,(x): X \rightarrow]0^-, 1^+[\ and\ F_A\,(x): X \rightarrow]0^-, 1^+[$. We have no any restriction on the sum of $T_A\,(x)$, $I_A\,(x)$ and $F_A\,(x)$, so $0^- \leq supT_A(x) + supI_A(x) + supF_A(x) \leq 3^+$.

3.1 Single valued neutrosophic set

A single valued neutrosophic set (SVNS) has been defined as described in [11].

Definition 2. Let X be a universal space of the objects and $x \in X$. A single valued neutrosophic set (SVNS) $\tilde{N} \subset X$ can be expressed as

$$\tilde{N} = \{\langle x, T_{\tilde{N}}(x), I_{\tilde{N}}(x), F_{\tilde{N}}(x)\rangle : x \in X\} \quad (8)$$

where $T_{\tilde{N}}(x): X \rightarrow][0,1], I_{\tilde{N}}(x): X \rightarrow][0,1]\ and\ F_{\tilde{N}}(x): X \rightarrow][0,1]$

with $0 \leq T_{\tilde{N}}(x) + I_{\tilde{N}}(x) + F_{\tilde{N}}(x) \leq 3$ or all $x \in X$. The values $T_{\tilde{N}}(x)$, $I_{\tilde{N}}(x)$ and $F_{\tilde{N}}(x)$ correspond to truth-membership degree, the indeterminacy-membership degree and the falsity-membership degree of x to $\tilde{N}$, respectively. For the case when X consists of the single element, $\tilde{N}$ is called a single valued neutrosophic number [16][17]. For the sake of the simplicity, a single valued neutrosophic number is expressed by $\tilde{N}_A = (t_A, i_A, f_A)$ where $t_A, i_A, f_A \in [0,1]$ and $0 \leq t_A + i_A + f_A \leq 3$.

Definition 3 Let $\tilde{N}_1 = (t_1, i_1, f_1)$ and $\tilde{N}_2 = (t_2, i_2, f_2)$ be two SVN numbers, then summation between $\tilde{N}_1$ and $\tilde{N}_2$ is defined as follows:

$$\tilde{N}_1 + \tilde{N}_2 = (t_1 + t_2 - t_1 t_2, i_1 i_2, f_1 f_2) \quad (9)$$

Definition 4 Let $\tilde{N}_1 = (t_1, i_1, f_1)$ and $\tilde{N}_2 = (t_2, i_2, f_2)$ be two SVN numbers, then multiplication between $\tilde{N}_1$ and $\tilde{N}_2$ is defined as follows:

$$\tilde{N}_1 * \tilde{N}_2 = (t_1 t_2, i_1 + i_2 - i_1 i_2, f_1 + f_2 - f_1 f_2) \quad (10)$$

Definition 5. Let $\tilde{N} = (t, i, f)$ be a SVN number and $\lambda \in \mathbb{R}$ anarbitrary positive real number, then:

$$\lambda\tilde{N} = \left(1 - (1 - t)^{\lambda}, i^{\lambda}, f^{\lambda}\right), \lambda > 0 \quad (11)$$

Definition 6. If A= $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, and B= $\{B_1, B_2, \dots, B_n\}$ (i= 1,2,…,m) are two single valued neutrosophic sets, then separation measure between A and B applying the normalized Euclidian distance can be expressed as follows:

$$q_n(A,B) = \sqrt{\frac{1}{3n}\sum_{j=1}^{n}\left(\left(t_A(x_i) - t_B(x_i)\right)\right)^2 + \left(\left(i_A(x_i) - i_B(x_i)\right)\right)^2 + \left(\left(f_A(x_i) - f_B(x_i)\right)\right)^2}$$

$$(i = 1,2, \dots, n) \quad (12)$$

Definition 7. Let A = (a,b,c) be a single valued neutrosophic number, a score function is mapped $\tilde{N}_A$ into the single crisp output $S(\tilde{N}_A)$ as follows

$$S(\tilde{N}_A) = \frac{3+t_A-2i_A-f_A}{4} \quad (13)$$

where $S(\tilde{N}_A) \in [0,1]$. This score function is the modification of the score function proposed by [18] and allows us to have the results in the same interval as we deal with single valued neutrosophic numbers.

The concept of a linguistic variable is very useful for solving decision making problems with complex content. The value of a linguistic variable is expressed as an element of its term set. Such linguistic values can be represented using single valued neutrosophic numbers.

In the method, there are k-decision makers, m-alternatives and n-criteria. k-decision makers evaluate the importance of the m-alternatives under n-criteria and rank the performance of the n-criteria with respect to linguistic statements converted into single valued neutrosophic numbers. The importance weights based on single valued neutrosophic values of the linguistic terms is given as Table 1.

Table 1: Linguistic variable and SVNSs. Source:[14]

Linguistic terms	SVNNs
Extremely good (EG)/ 10 points	(1.00, 0.00, 0.00)
Very very good (VVG)/ 9 points	(0.90, 0.10, 0.10)
Very good (VG)/ 8 points	(0.80, 0.15, 0.20)
Good (G) / 7 points	(0.70, 0.25, 0.30)
Medium good (MG) / 6 points	(0.60, 0.35, 0.40)
Medium (M) / 5 points	(0.50, 0.50, 0.50)
Medium bad (MB) / 4 points	(0.40, 0.65, 0.60)
Bad (B) / 3 points	(0.30, 0.75, 0.70)
Very bad (VB) / 2 points	(0.20, 0.85, 0.80)
Very very bad (VVB) / 1 point	(0.10, 0.90, 0.90)
Extremely bad (EB) / 0 points	(0.00, 1.00, 1.00)

The performance of the group decision making applying COPRAS-SVNS approach can be described by the following steps.

- Step 1. Determine the importance of the experts. In the case when the decision is made by a group of the experts (decision makers), firstly the importance or share to the final decision of each expert is determined. If a vector $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k)$ is the vector describing the importance of the each expert, where $\lambda_k \geq 0$ and $\sum_{k=1}^{K} \lambda_k = 1$.
- Step 2. In the framework of this step, each decision maker performs his evaluations concerning the ratings of the alternatives with respect to the attributes and the attribute weights. If we denote by $x_{ij}^k, i = 1,2,\dots,m; j = 1,2,\dots,n$ the kth expert's evaluation of the ith alternative by the jth criterion. This evaluation is expressed in linguistic terms presented in the table 1. So the decision matrix for any particular expert can be constructed

$$X^k = \begin{bmatrix} x^k{}_{11} & x^k{}_{12} \dots & x^k{}_{1n} \\ x^k{}_{22} & x^k{}_{22} \dots & x^k{}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x^k{}_{m1} & x^k{}_{m2} \dots & x^k{}_{mn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

- Step 3. Calculate the weights of the criteria. The aggregated weights of the criteria are determined by

$$w_j = \lambda_1 w_j^{(1)} \cup \lambda_2 w_j^{(2)} \cup \dots \cup \lambda_k w_j^{(k)} = \left(1 - \prod_{k=1}^{K}\left(1 - t_j{}^{(w_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(i_j{}^{(w_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(f_j{}^{(w_k)}\right)^{\lambda_k}\right) \quad (15)$$

- Step 4. Construction of the aggregated weighted single valued decision matrix

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{22} & \tilde{x}_{22} \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \tag{16}$$

where any particular element $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{t}_{ij}, \tilde{\imath}_{ij}, \tilde{f}_{ij})$ represents the rating of the alternative A_i with respect to j criterion and is determined as follows

$$\tilde{x}_{ij} = \lambda_1 x_{ij}^{(1)} \cup \lambda_2 x_{ij}^{(2)} \cup \dots \cup \lambda_k x_{ij}^{(k)} = \left(1 - \prod_{k=1}^{K}\left(1 - t_j^{(x_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(i_j^{(x_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(f_j^{(x_k)}\right)^{\lambda_k}\right) \tag{17}$$

- Step 5. Determine the weighted decision matrix. Following Eq. (3), the weighted decision matrix can be expressed as $D = \left\lfloor d_{ij} \right\rfloor, d = 1,2,\dots,m; j = 1,2,\dots,n$, where $d_{ij} = \tilde{x}_{ij} * w_j$. Applying Eq. (10), a single element of the weighted decision matrix can be calculated

$$d_{ij} = t_{ij}^{\tilde{x}} t_j^{w}, i_{ij}^{\tilde{x}} + i_j^{w} - i_{ij}^{\tilde{x}} i_j^{w}, f_{ij}^{\tilde{x}} + f_j^{w} - f_{ij}^{\tilde{x}} f_j^{w} \tag{18}$$

- Step 6. Perform summation of the values for the benefit. Let $L_+ = \{1,2,\dots,L_{max}\}$ be a set of the criteria to be maximized. Then the index of the benefit for each alternative can be determined

$$P_{+i} = \sum_{j=1}^{L_{max}} d_{+ij} \tag{19}$$

where this summation of the single value neutrosophic numbers is performed applying Eq.(9).

- Step 7. Perform summation of the values for cost. Let be $L_- = \{1,2,\dots,L_{min}\}$ a set of the criteria to be minimized. Then the index of the cost of each alternative can be determined

$$P_{-i} = \sum_{j=1}^{L_{min}} d_{-ij} \tag{20}$$

- Step 8. Determine the minimal value of the P_{-i}.
- Step 9. Determine the score value of each alternative Q_i. At the beginning the score values are calculated from the aggregated values for benefit and the cost $S(P_{+i})$ and $S(P_{-i})$ applying Eq.(13). The score values of the alternatives van be expressed as

$$Q_i = S(P_{+i}) + \frac{S(P_{-min}) \sum_{i=1}^{L_{min}} S(P_{-i})}{S(P_{-min}) \sum_{i=1}^{L_{min}} \frac{S(P_{-min})}{S(P_{-i})}} \tag{21}$$

- Step 10. Determine optimality criterion K for the alternatives:

$$K = max_i Q_i; i = 1,2,\dots,m \tag{22}$$

Step 11. Determine the priority of the alternatives. The greater score value Q_i for the alternative corresponds to the highest priority (rank) of the alternative.

3 Resultados

La revisión a la base documental permitió la obtención de un conjunto de medidas socioeducativas a tener en cuenta para realizar el análisis deseado. En total se obtuvieron ocho medidas que se consideran como las alternativas de selección a los efectos del presente estudio. Como medidas para evaluar la efectividad de las alternativas, se toman en cuenta cuatro criterios, obtenidos mediante tormenta de ideas y reafirmados mediante consenso de los expertos.

Los criterios seleccionados para el desarrollo del análisis datos se centran en el análisis del riesgo de reincidencia (1), la capacidad de reinserción social (2), la capacidad de reinserción familiar (3) y la reparación del prejuicio realizado (4). En total, el análisis efectuado se lleva a cabo con 5 expertos en el campo objeto de estudio. Se considera todos los expertos poseen un alto grado de importancia debido a su amplia experiencia en el tema tratado.

Los pesos de los criterios se logran mediante las valoraciones de los expertos observando los valores proporcionados en la Tabla 1. De esta manera, la Tabla 2 muestra el vector de pesos obtenido tras la aplicación de la ecuación (15).

Tabla 2: Vector de pesos de los criterios analizados. Fuente: Elaboración propia

Pesos de los criterios	SVNN
w_1	(0.87989;0.12011;0.11487)
w_2	(0.83428;0.16572;0.15849)
w_3	(0.82671;0.17329;0.15157)

Pesos de los criterios	SVNN
w_4	(0.85573;0.14427;0.13195)

Los expertos evalúan las alternativas de selección teniendo en cuenta el impacto de los criterios, de acuerdo con los valores mostrados en la Tabla 1. Los datos obtenidos son convertidos en conjuntos neutrosóficos para su uso posterior en el análisis. La Tabla 3.

Tabla 3: Evaluación de las alternativas de decisión con respecto a los criterios de evaluación. Fuente: Elaboración propia

Criterio 1: Riesgo de Reincidencia					
Alternativas	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)
Reparación del daño causado	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)
Internamiento con régimen de semilibertad	(0.9,0.1,0.1)	(0.9,0.1,0.1)	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)	(0.9,0.1,0.1)
Sanciones comunitarias	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)
El intercambio domiciliario	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Reclusión de fin de semana	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)
Libertad asistida	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
El Internamiento institucional	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
Criterio 2: Capacidad de Reinserción social					
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)
Reparación del daño causado	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Internamiento con régimen de semilibertad	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)
Sanciones comunitarias	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)
El intercambio domiciliario	(0.5,0.5,0.5)	(0.35,0.75,0.8)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Reclusión de fin de semana	(0.75,0.25,0.2)	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)
Libertad asistida	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)
El Internamiento institucional	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
Criterio 3: Capacidad de Reinserción familiar					
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)
Reparación del daño causado	(0.5,0.5,0.5)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)
Internamiento con régimen de semilibertad	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
Sanciones comunitarias	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)
El intercambio domiciliario	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Reclusión de fin de semana	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)

Libertad asistida	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.35,0.75,0.8)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
El Internamiento institucional	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)
Criterio 4: Reparación del prejuicio causado					
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)
Reparación del daño causado	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Internamiento con régimen de semilibertad	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)
Sanciones comunitarias	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)
El intercambio domiciliario	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Reclusión de fin de semana	(0.75,0.25,0.2)	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)
Libertad asistida	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)	(0.35,0.75,0.8)
El Internamiento institucional	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)

Las evaluaciones realizadas por los expertos constituyen la base sobre la que se aplican las operaciones referidas por el método para la obtención de la matriz de decisión. Tras la utilización de la ecuación (17), se obtiene la matriz de decisión inicial (ver Tabla 4), en la que se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación del procedimiento señalado.

Tabla 4: Matriz de decisión inicial. Fuente: Elaboración propia

Alternativas	Riesgo de Reincidencia	Capacidad de Reinserción social	Capacidad de Reinserción familiar	Reparación del prejuicio causado
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.67,0.33,0.289)	(0.725,0.275,0.251)	(0.35,0.75,0.8)	(0.725,0.275,0.251)
Reparación del daño causado	(0.81,0.19,0.19)	(0.5,0.5,0.5)	(0.383,0.692,0.728)	(0.5,0.5,0.5)
Internamiento con régimen de semi libertad	(0.88,0.12,0.115)	(0.81,0.19,0.19)	(0.621,0.379,0.347)	(0.81,0.19,0.19)
Sanciones comunitarias	(0.725,0.275,0.251)	(0.725,0.275,0.251)	(0.685,0.315,0.302)	(0.725,0.275,0.251)
El intercambio domiciliario	(0.685,0.315,0.302)	(0.618,0.393,0.398)	(0.685,0.315,0.302)	(0.445,0.588,0.603)
Reclusión de fin de semana	(0.621,0.379,0.347)	(0.601,0.411,0.381)	(0.541,0.472,0.457)	(0.491,0.555,0.552)
Libertad asistida	(0.67,0.33,0.289)	(0.601,0.411,0.381)	(0.601,0.411,0.381)	(0.652,0.358,0.317)
El Internamiento institucional	(0.621,0.379,0.347)	(0.565,0.435,0.416)	(0.445,0.588,0.603)	(0.541,0.472,0.457)

A partir de la matriz de decisión inicial obtenida, se procede a la aplicación de las transformaciones necesarias que establece la lógica del método empleado para la resolución del problema y la obtención de los resultados. La aplicación de la ecuación (19) permite la obtención de la matriz de decisión ponderada, la cual muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Matriz de decisión ponderada**.** Fuente: Elaboración propia

Alternativas	Riesgo de Reincidencia	Capacidad de Reinserción social	Capacidad de Reinserción familiar	Reparación del prejuicio causado
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.59;0.41;0.371)	(0.605;0.395;0.37)	(0.289;0.793;0.83)	(0.62;0.38;0.35)
Reparación del daño causado	(0.713;0.287;0.283)	(0.417;0.583;0.579)	(0.317;0.745;0.769)	(0.428;0.572;0.566)
Internamiento con régimen de semi libertad	(0.774;0.226;0.217)	(0.676;0.324;0.318)	(0.513;0.487;0.446)	(0.693;0.307;0.297)
Sanciones comunitarias	(0.638;0.362;0.337)	(0.605;0.395;0.37)	(0.566;0.434;0.408)	(0.62;0.38;0.35)
El intercambio domiciliario	(0.603;0.397;0.382)	(0.516;0.494;0.493)	(0.566;0.434;0.408)	(0.381;0.647;0.655)
Reclusión de fin de semana	(0.546;0.454;0.422)	(0.501;0.509;0.479)	(0.447;0.563;0.539)	(0.42;0.619;0.611)
Libertad asistida	(0.59;0.41;0.371)	(0.501;0.509;0.479)	(0.497;0.513;0.475)	(0.558;0.451;0.407)
El Internamiento institucional	(0.546;0.454;0.422)	(0.471;0.529;0.509)	(0.368;0.659;0.663)	(0.463;0.548;0.529)

A los efectos del análisis realizado, se considera que el criterio 1 es un criterio de costo, por lo que se esperan mejores resultados al lograr su minimización. Se considera que el resto de los criterios es de beneficio o maximización. Este análisis permite la determinación de los coeficientes propuestos por el método analizado para seleccionar entre las alternativas. La tabla 6 muestra el resultado obtenido, tras la aplicación de los pasos pertinentes.

Tabla 6: Valores de Pi, S(P) y valor de puntuación Q para cada alternativa. Fuente: Elaboración propia.

Medidas	Pi+	Pi-	S(P+)	S(P-)	Q
Amonestación e imposición de reglas de conducta	(0.893; 0.119; 0.107)	(0.59; 0.41; 0.371)	0.89	0.6000	1.54
Reparación del daño causado	(0.772; 0.248; 0.252)	(0.713; 0.287; 0.283)	0.76	0.7140	1.31
Internamiento con régimen de semi libertad	(0.951; 0.049; 0.042)	(0.774; 0.226; 0.217)	0.95	0.7760	1.46
Sanciones comunitarias	(0.935; 0.065; 0.053)	(0.638; 0.362; 0.337)	0.94	0.6440	1.55
El intercambio domiciliario	(0.87; 0.138; 0.132)	(0.603; 0.397; 0.382)	0.87	0.6070	1.51
Reclusión de fin de semana	(0.84; 0.178; 0.158)	(0.546; 0.454; 0.422)	0.83	0.5540	1.54
Libertad asistida	(0.889; 0.118; 0.093)	(0.59; 0.41; 0.371)	0.89	0.6000	1.55
El Internamiento institucional	(0.821; 0.191; 0.178)	(0.546; 0.454; 0.422)	0.82	0.5540	1.53

Tal y como se muestra en la Tabla 6, las medidas que según el criterio de los expertos seleccionados son las de mayor efectividad, se centran en las medidas de libertad asistida y sanciones comunitarias. De acuerdo con este criterio, los jóvenes infractores que tras infringir la ley son sometidos a medidas de estos dos tipos tienen menor riego de reincidir en los delitos que los llevaron a juicio, mayor capacidad para reincorporarse al entorno social y familiar y se encuentran más centrados en la reparación de los prejuicios causados.

Asimismo, de acuerdo a los resultados obtenidos, las medidas relacionadas con la reclusión de fin de semana y la amonestación e imposición de reglas de conducta se encuentran muy cercanos a los valores óptimos obtenidos en este análisis. De esta manera, se puede asumir que estas cuatro medidas son las que mayor efectividad tienen en el tratamiento de los jóvenes infractores, de acuerdo a la experiencia de los expertos.

Conclusiones

El derecho penal constituye una de las ramas del Derecho más importante para el desarrollo social y el mantenimiento de las reglas en una sociedad funcional. En este sentido, la resolución de problemas complejos constituye una actividad diaria para los profesionales de tales áreas. La aplicación de métodos matemáticos para la resolución de tales problemas es una herramienta indispensable y de suma importancia y practicidad, incluso en una rama tan subjetiva.

El presente estudio permitió la utilización de la lógica neutrosófica determinar la efectividad de un conjunto de medidas socioeducativas en jóvenes infractores. Se realizó el uso del método COPRAS, modificado en una variante neutrosófica para el análisis de los datos y la selección de las alternativas. Mediante la aplicación del método empleado se determinó la existencia de cuatro medidas de mayor efectividad ante los criterios seleccionados.

Mediante el presente estudio es posible confirmar versatilidad de los métodos de decisión multicriterios para la resolución de problemas complejos de diversa índole. Más aun, se permite verificar la utilidad del uso de los conjuntos neutrosóficos de valor único como herramienta para solventar problemas en los que se incluyen datos imprecisos o indeterminados. La conjunción de métodos de resolución de problemas multicriterios con los aportes realizados por la neutrosofía, constituyen fuertes pilares sobre los que se pueden fundamentar todas las formas de ciencia en aras de resolver, efectivamente, los diversos problemas de la vida real.

References

[1] M. Y. L. Vázquez, "Modelo de ayuda a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos difusos, .," (Tesis de Doctorado) Universidad de las Ciencias Informáticas, 2013.

[2] M. Grida, R. Mohamed, and A. H. Zaid, "A novel plithogenic MCDM framework for evaluating the performance of IoT based supply chain," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 33, no. 1, pp. 323–341, 2020.

[3] L. Zadeh, G. Klir, and B. Yuan, *Conjuntos difusos, lógica difusa y sistemas difusos: artículos seleccionados*, Vol. 6. World Scientific, 1996.

[4] D. Dubois and H. Prade, "Fuzzy sets in approximate reasoning, Part 1: Inference with possibility distributions," *Fuzzy sets Syst.*, vol. 40, no. 1, pp. 143–202, 1991.

[5] P. K. Maji, R. Biswas, and A. R. Roy, "Intuitionistic fuzzy soft sets," *J. fuzzy Math.*, vol. 9, no. 3, pp. 677–692, 2001.

[6] A. Yazdani-Chamzini, "An integrated fuzzy multi criteria group decision making model for handling equipment selection," *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 20, no. 5, pp. 660–673, 2014.

[7] D. Yu, "Intuitionistic fuzzy prioritized operators and their application in multi-criteria group decision making," *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–21, 2013.

[8] F. Smarandache, *Introduction to neutrosophic measure, neutrosophic integral, and neutrosophic probability*. Craiova: Sitech, 2013.

[9] F. Smarandache, "Neutrosophic set – A generalization of the intuitionistic fuzzy set," *Neutrosophic Probab. set, Log.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 1995.

[10] V. Vega Falcón, "Aplicación de la Matemática difusa al calculo del umbral de rentabilidad," *Rev. Costos y Gestión*, vol. 28, pp. 1–14, 1998.

[11] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Rev. Air Force Acad.*, vol. 17, no. 1, pp. 10–14, 2010.

[12] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, "TOPSIS method for multi-attribute group decision-making under single-valued neutrosophic environment.," *Neural Comput. Appl.*, vol. 27, no. 3, 2016.

[13] D. Stanujkic, E. K. Zavadskas, F. Smarandache, W. K. M. Brauers, and D. Karabasevic, "A neutrosophic extension of the MULTIMOORA method," *Informatica*, vol. 28, no. 1, pp. 181–192, 2017.

[14] A. Baušys, Romualdas Zavadskas, Edmundas Kazimieras; Kaklauskas, "Application of neutrosophic set to multicriteria decision making by COPRAS.," *Econ. Comput. Econ. Cybern. Stud. Res.*, vol. 49, no. 2, pp. 91–106, 2015.

[15] E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas, and V. Sarka, "The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects," *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 1, no. 3, pp. 131–139, 1994.

[16] J. Peng, J. Wang, H. Zhang, and X. Chen, "An outranking approach for multi-criteria decision-making problems with simplified neutrosophic sets," *Appl. Soft Comput.*, vol. 25, pp. 336–346, 2014.

[17] H. Zhang, J. Wang, and X. Chen, "An outranking approach for multi-criteria decision-making problems with interval-valued neutrosophic sets," *Neural Comput. Appl.*, vol. 27, no. 3, pp. 615–627, 2016.

[18] R. Şahin and A. Küçük, "Subsethood measure for single valued neutrosophic sets," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 29, no. 2, pp. 525–530, 2015.

Recibido: Mayo 31, 2022. **Aceptado:** Junio 25, 2022

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: Aplicación del método de investigación neutrosófico en el entorno postpandemia}, Vol. 22, 2022

University of New Mexico

Tratamiento del insulinoma. Nuevo modelo de decisión

Treatment of insulinoma. New decision model

Olivia Altamirano Guerrero[1] Jeanneth Elizabeth Jami Carrera[2] and Carlos Omar Blacio Villa[3]

[1] Universidad Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7613-5329
E-mail: ua.oliviaaltamirano@uniandes.edu.ec
[2] Universidad Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2217-9593
E-mail: ua.jeannethjami@uniandes.edu.ec
[3] Universidad Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7286-1430
E-mail: ua.carlosblacio@uniandes.edu.ec

Resumen. Los procesos asociados a la toma de decisiones constituyen la base de la sociedad y la mente humana. En diferentes ámbitos profesionales es indispensable contar con mecanismos efectivos como apoyo a la toma de decisiones complejas. Más aun, las indeterminaciones propias del mundo real aplicadas a campos profesionales tan dinámicos como el campo de las ciencias médicas hacen necesaria la inclusión y desarrollo de métodos efectivos para el soporte a profesionales de estas áreas en su actividad. El presente trabajo tiene como objetivo extender el método COPRAS mediante la aplicación de conjuntos neutrosóficos de valor único hacia la toma de decisiones en la selección de tratamientos médicos. Para ello se analizan un conjunto de alternativas de tratamiento para pacientes con insulinomas malignos. Como resultado de la aplicación del método se obtuvo una preferencia hacia el uso de Estreptozotocina más fluorouracilo como alternativa entre las analizadas. Se pudo verificar la efectividad y versatilidad de este método para su uso en diferentes ambientes y campos científicos. El uso de números neutrosóficos de valor único para llevar a cabo el análisis, permitió certificar el uso y aplicación prácticas de la lógica de conjuntos neutrosóficos. Se recomienda la adopción de otros métodos multicriterios asociados a los diferentes matices de la lógica neutrosófica para profundizar en el campo de estudio y su asociación con problemas de la vida real.

Palabras Claves: tratamiento médico, COPRAS, neutrosofía

Abstract. The processes associated with decision making constitute the basis of society and the human mind. In different professional fields it is essential to have effective mechanisms to support complex decision making. Moreover, the indeterminacies of the real world applied to professional fields as dynamic as the field of medical sciences make necessary the inclusion and development of effective methods to support professionals in these areas in their activity. The present work aims to extend the COPRAS method through the application of single-valued neutrosophic sets to decision making in the selection of medical treatments. For this purpose, a set of treatment alternatives for patients with malignant insulinomas is analyzed. As a result of the application of the method, a preference was obtained for the use of Streptozotocin plus fluorouracil as an alternative among those analyzed. It was possible to verify the effectiveness and versatility of this method for its use in different environments and scientific fields. The use of single-valued neutrosophic numbers to carry out the analysis made it possible to certify the practical use and application of neutrosophic set logic. The adoption of other multicriteria methods associated with the different nuances of neutrosophic logic is recommended in order to deepen the field of study and its association with real-life problems.

Keywords: medical treatment, COPRAS, neutrosophy, neutrosophy

1 Introduccion

El proceso de toma de decisiones forma parte indispensable del funcionamiento humano, tanto en el plano personal, como profesional. Si bien cada decisión que se afronta tiene determinados objetivos plenamente definidos desde el primer momento, existen un gran número de situaciones en las que dichos objetivos se encuentren en conflicto. La necesidad de considerar simultáneamente los criterios y las alternativas en los problemas de decisión es más vital, especialmente en presencia de conjuntos de datos inciertos.[1]

En los últimos años, muchos esfuerzos de investigación se han centrado en incorporar la vaguedad de la información inicial, para dar solución a problemas complejos prácticos de la naturaleza. Para ello se emplea el uso de métodos de toma de decisiones multicriterios (MCDM). De esta manera, los tomadores de decisiones utilizan métodos de evaluación subjetiva para hacer frente a este obstáculo.[2]

[3] introdujo la teoría de conjuntos difusos (FS) para superar datos inciertos e imprecisos. Posteriormente,

otros tipos de conjuntos difusos fueron introducidos para ampliar el campo de aplicación de esta teoría [4], [5]. Sin embargo, a pesar de los conjuntos difusos presentados y aplicados a la resolución de problemas de MCDM [6], [7], se ha determinado que estos no pueden tener en cuenta todo tipo de incertidumbres que surgen en la solución de problemas reales en los diferentes campos de la vida real [8].

Para dar solución a ello, [9] propuso la teoría de conjuntos neutrosóficos como una generalización de los conjuntos "difusos" y conjuntos "intuicionistas difusos". En neutrosofía, la membresía de verdad, la membresía de indeterminación y la membresía falsa son completamente independientes y se encuentran en el intervalo unitario no estándar] 0−, 1 +[[10]. Para facilitar el lado práctico de los conjuntos neutrosóficos, Wang et al [11] definieron un conjunto neutrosófico de un solo valor (SVNS) y propusieron las operaciones teóricas de conjuntos y algunas propiedades de los SVNS [11]

Recientemente varios especialistas en la materia han desarrollado el modelo neutrosófico para ampliarlo hacia la utilización de conjuntos neutrosóficos para la solución de problemas de toma de decisiones multicriterios en diversos campos de la ciencia y la sociedad. Ejemplo de ello constituye [12], que extendieron el método de análisis relacional gris al entorno neutrosófico y lo aplicaron a la selección del sector de inversión.

Por otro lado, [13] desarrollo el método TODIM para considerar las preferencias de riesgo de los tomadores de decisiones en un entorno hospitalario. Asimismo, [14] aplicó SVN con optimización multiobjetivo mediante un método de análisis de relación (MULTIMOORA) para la selección del estudio de caso de diseños de circuitos de comunicación.

En el campo de las ciencias médicas, la toma de decisiones complejas es un elemento que se realiza de manera continua. Las diferentes situaciones en que se ven involucrados los especialistas médicos, demandan un proceso de toma de decisiones en la que intervienen diferentes factores y elementos. Estas características hacen este campo uno de los más ricos para desarrollar y aplicar las diferentes técnicas multicriterios apoyados en el uso de la neutrosofía para incluir las indeterminaciones del mundo real [15].

Los insulinomas son el tipo más común de tumores neuroendocrinos pancreáticos funcionales, es una enfermedad autosómica dominante, con alta penetración, que incluye combinaciones variables de más de 20 tumores endocrinos y no endocrinos. El diagnóstico de esta enfermedad a menudo se retrasa por años porque los insulinomas se encuentran con poca frecuencia y generalmente se presentan con síntomas inespecíficos que a veces pueden simular un trastorno neurológico. La mayoría de los expertos recomiendan que los pacientes con tumores de células de los islotes deben ser operados; sin embargo, el tratamiento médico se requiere para la gran mayoría de los insulinomas malignos, ya que sólo ocasionalmente podrán ser curados con la operación.

El propósito del presente trabajo se centra en extender el método COPRAS mediante la aplicación de conjuntos neutrosóficos de valor único hacia la toma de decisiones en la selección de tratamientos médicos en pacientes con insulinomas malignos. En tal caso, se utiliza el método COPRAS-SVNS propuesto por [16] para tales fines. Para el desarrollo del estudio, se presenta en la sección 2 una descripción del método COPRAS, tras o que se muestra en la sección 3 los conceptos fundamentales de los conjuntos neutrosóficos de valor único, así como la lógica del método. La sección 4 muestra un ejemplo práctico aplicado a la selección de tratamientos médicos. Finalmente se describen los resultados y conclusiones derivadas del estudio.

2 El método COPRAS

Esta técnica de toma de decisiones multicriterio fue propuesta por [17] puede expresarse en general de la siguiente manera $x_{ij} i^{th}$. Se considera un problema de toma de decisiones, que consta de m alternativas que deben evaluarse considerando n criterios, y puede expresarse como el valor de la alternativa por el criterio. La idea principal de la técnica COPRAS consta de los pasos que se describen a continuación:

Paso 1. Seleccione el conjunto apropiado de criterios que describa las alternativas elegidas.

Paso 2. Preparar la matriz de toma de decisiones X:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \cdots & x_{1n} \\ x_{22} & x_{22} \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

Paso 3. Determinar los pesos de los criterios.w_j

Paso 4. Normalizar la matriz de toma de decisiones $\bar{X}$. Los valores de la matriz normalizada se determinan como:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}; i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n \tag{2}$$

Paso 5. Calcule la matriz de toma de decisiones normalizada ponderada D, cuyos componentes se calculan como

$$d_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot w_j; i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n \quad (3)$$

Paso 6. Calcular la suma de los valores del criterio con respecto a la dirección de optimización para cada alternativa

$$P_{+i} = \sum_{j=1}^{L_{max}} d_{+ij};\ P_{-i} = \sum_{j=1}^{L_{min}} d_{-ij} \quad (4)$$

Donde d_{+ij} son los valores que corresponden a los criterios a maximizar y los valores d_{-ij} corresponden a los criterios a minimizar

Paso 7. Determinar la componente mínima de P_{-i}

$$P_{-min} = min_i P_{-i}; i = 1,2, \dots, L_{min} \quad (5)$$

Paso 8. Determine el valor de puntuación de cada alternativa Q_i

$$Q_i = P_{+i} + \frac{P_{-min} \sum_{j=1}^{L_{min}} P_{-j}}{P_{-i} \sum_{j=1}^{L_{min}} \frac{P_{-min}}{P_{-j}}}; j = 1, \dots, L_{min} \quad (6)$$

Paso 9. Determinar el criterio de optimalidad K para las alternativas:

$$K = max_i Q_i\ ; i = 1,2, \dots, m \quad (7)$$

Paso 10. Determinar la prioridad de las alternativas. El mayor valor de puntaje para la alternativa corresponde a la mayor prioridad (rango) de la alternativa.Q_i

3 Conjuntos neutrosóficos

Definición 1: Sea X un espacio de los objetos y $x \in X$. Un conjunto neutrosófico A en X está definido por tres funciones: función de pertenencia a la verdad, una función de pertenencia a la indeterminación y función de pertenencia a la falsedad. Estas funciones, y se definen en subconjuntos reales estándar o reales no estándar de $]0^-, 1^+[$. Eso es $T_A\ (x): X \rightarrow]0^-, 1^+[$, $I_A\ (x): X \rightarrow]0^-, 1^+[$ y $F_A\ (x): X \rightarrow]0^-, 1^+[$. No se tiene ninguna restricción sobre la suma de $T_A\ (x)$, $I_A\ (x)$ y $F_A\ (x)$, entonces $0^- \leq supT_A(x) + supI_A(x) + supF_A(x) \leq 3^+$.

3.1 Conjunto neutrosófico de valor único

Se ha definido un conjunto neutrosófico de valor único (NNVU) como se describe en [11].

Definición 2. Sea X un espacio universal de los objetos y $x \in X$. Un conjunto neutrosófico de valor único (SVNS) $\tilde{N} \subset X$ se puede expresar como

$$\tilde{N} = \{\langle x, T_{\tilde{N}}(x), I_{\tilde{N}}(x), F_{\tilde{N}}(x)\rangle : x \in X\} \quad (8)$$

Dónde $T_{\tilde{N}}(x): X \rightarrow [0,1], I_{\tilde{N}}(x): X \rightarrow [0,1]\ y\ F_{\tilde{N}}(x): X \rightarrow [0,1]$

Con $0 \leq T_{\tilde{N}}(x) + I_{\tilde{N}}(x) + F_{\tilde{N}}(x) \leq 3$ o todos $x \in X$. Los valores $T_{\tilde{N}}(x)$, $I_{\tilde{N}}(x)$ y $F_{\tilde{N}}(x)$ corresponden al grado de pertenencia a la verdad, el grado de pertenencia a la indeterminación y el grado de pertenencia a la falsedad de x a Ñ, respectivamente. Para el caso en que X consiste en un solo elemento, Ñ se denomina número neutrosófico de un solo valor [18][19]. En aras de la simplicidad, un número neutrosófico de un solo valor se expresa $\tilde{N}_A = (t_A, i_A, f_A)$ donde $t_A, i_A, f_A \in [0,1]$ y $0 \leq t_A + i_A + f_A \leq 3$.

Definición 3: Sean $\tilde{N}_1 = (t_1, i_1, f_1)\ y\ \tilde{N}_2 = (t_2, i_2, f_2)$, dos NNVU, entonces la sumatoria entre $\tilde{N}_1$ y $\tilde{N}_2$ se define como sigue:

$$\tilde{N}_1 + \tilde{N}_2 = (t_1 + t_2 - t_1 t_2, i_1 i_2, f_1 f_2) \quad (9)$$

Definición 4: Sean $\tilde{N}_1 = (t_1, i_1, f_1)$ y $\tilde{N}_2 = (t_2, i_2, f_2)$ dos NNVU, entonces la multiplicación entre $\tilde{N}_1$ y $\tilde{N}_2$ se define de la siguiente manera:

$$\tilde{N}_1 * \tilde{N}_2 = (t_1 t_2, i_1 + i_2 - i_1 i_2, f_1 + f_2 - f_1 f_2) \quad (10)$$

Definición 5: Sea $\tilde{N} = (t, i, f)$ un NNVU y $\lambda \in \mathbb{R}$ un número real positivo arbitrario, entonces:

$$\lambda\tilde{N} = \left(1 - (1 - t)^{\lambda}, i^{\lambda}, f^{\lambda}\right), \lambda > 0 \quad (11)$$

Definición 6: Si A= $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, y B= $\{B_1, B_2, \dots, B_n\}$ (i= 1,2,…,m) son dos conjuntos neutrosóficos de un solo valor, entonces la medida de separación entre A y B aplicando la distancia euclidiana normalizada se puede expresar de la siguiente manera:

$$q_n(A, B) = \sqrt{\frac{1}{3n} \sum_{j=1}^{n} \left(\left(t_A(x_i) - t_B(x_i)\right)\right)^2 + \left(\left(i_A(x_i) - i_B(x_i)\right)\right)^2 + \left(\left(f_A(x_i) - f_B(x_i)\right)\right)^2} \quad (12)$$

Dónde $(i = 1,2, \dots, n)$

Definición 7: Sea A = (a,b,c) un número neutrosófico de un solo valor, una función de puntaje $\tilde{N}_A$ se asigna a la salida nítida única $S(\tilde{N}_A)$ de la siguiente manera

$$S(\tilde{N}_A) = \frac{3+t_A-2i_A-f_A}{4} \tag{13}$$

Dónde por$S(\tilde{N}_A) \in [0,1]$

Esta función de puntuación es la modificación de la función de puntuación propuesta [20] y permite tener los resultados en el mismo intervalo que cuando se trata con números neutrosóficos de un solo valor. El concepto de variable lingüística es muy útil para resolver problemas de toma de decisiones con contenido complejo. El valor de una variable lingüística se expresa como un elemento de su conjunto de términos. Dichos valores lingüísticos se pueden representar utilizando números neutrosóficos de un solo valor.

En el método, hay k-tomadores de decisiones, m-alternativas y n-criterios. Los tomadores de decisiones k evalúan la importancia de las m-alternativas bajo n-criterios y clasifican el desempeño de los n-criterios con respecto a declaraciones lingüísticas convertidas en números neutrosóficos de un solo valor. Los pesos de importancia basados en valores neutrosóficos de valor único de los términos lingüísticos se dan en la tabla 1.

Términos lingüísticos	SVNN
Extremadamente bueno (EG)/ 10 puntos	(1,00, 0,00, 0,00)
Muy muy bueno (VVG)/ 9 puntos	(0,90, 0,10, 0,10)
Muy bien (VG)/ 8 puntos	(0,80, 0,15, 0,20)
Bueno (G) / 7 puntos	(0,70, 0,25, 0,30)
Medio bueno (MG) / 6 puntos	(0,60, 0,35, 0,40)
Medio (M) / 5 puntos	(0,50, 0,50, 0,50)
Medio malo (MB) / 4 puntos	(0,40, 0,65, 0,60)
Malo (B) / 3 puntos	(0,30, 0,75, 0,70)
Muy mal (VB) / 2 puntos	(0,20, 0,85, 0,80)
Muy muy mal (VVB) / 1 punto	(0,10, 0,90, 0,90)
Extremadamente malo (EB) / 0 puntos	(0,00, 1,00, 1,00)

Tabla 1: Variable lingüística y NNVU. Fuente:**[16]**

El desempeño de la toma de decisiones en grupo aplicando el enfoque COPRAS-SVNS se puede describir mediante los siguientes pasos.

- Paso 1. Determinar la importancia de los expertos. En el caso de que la decisión sea tomada por un grupo de expertos (tomadores de decisiones), primero se determina la importancia o participación en la decisión final de cada experto. Si un vector $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k)$ es el vector que describe la importancia de cada experto, donde $\lambda_k \geq 0 \ y \ \sum_{k=1}^{K} \lambda_k = 1$.
- Paso 2. En el marco de este paso, cada tomador de decisiones realiza sus evaluaciones sobre las calificaciones de las alternativas con respecto a los atributos y los pesos de los atributos. Si se denota x_{ij}^k , $i = 1,2, \dots, m; j = 1,2, \dots, n$ por la evaluación del experto k^{th} de la alternativa i^{th} por el criterio j^{th}. Esta evaluación se expresa en los términos lingüísticos presentados en la tabla 1. Por lo tanto, la matriz de decisión para cualquier experto en particular se puede construir:

$$X^k = \begin{bmatrix} x^k{}_{11} & x^k{}_{12} \dots & x^k{}_{1n} \\ x^k{}_{22} & x^k{}_{22} \dots & x^k{}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x^k{}_{m1} & x^k{}_{m2} \dots & x^k{}_{mn} \end{bmatrix} \tag{14}$$

- Paso 3. Calcular los pesos de los criterios. Los pesos agregados de los criterios están determinados por

$$w_j = \lambda_1 w_j^{(1)} \cup \lambda_2 w_j^{(2)} \cup \dots \cup \lambda_k w_j^{(k)} = \left(1 - \prod_{k=1}^{K}\left(1 - t_j{}^{(w_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(i_j{}^{(w_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(f_j{}^{(w_k)}\right)^{\lambda_k}\right) \tag{15}$$

- Paso 4. Construcción de la matriz de decisión de valor único ponderada agregada

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{22} & \tilde{x}_{22} \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \tag{16}$$

Donde cualquier elemento $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{t}_{ij}, \tilde{\imath}_{ij}, \tilde{f}_{ij})$en particular representa la calificación de la alternativa A_i con respecto al criterio j y se determina de la siguiente manera:

$$\tilde{x}_{ij} = \lambda_1 x_{ij}^{(1)} \cup \lambda_2 x_{ij}^{(2)} \cup \ldots \cup \lambda_k x_{ij}^{(k)} = \left(1 - \prod_{k=1}^{K}\left(1 - t_j^{(x_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(i_j^{(x_k)}\right)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^{K}\left(f_j^{(x_k)}\right)^{\lambda_k}\right) \tag{17}$$

- Paso 5. Determinar la matriz de decisión ponderada. Siguiendo la Ec. (3), la matriz de decisión ponderada se puede expresar como donde $D = \lfloor d_{ij} \rfloor, d = 1,2,\ldots,m; j = 1,2,\ldots,n, d_{ij} = \tilde{x}_{ij} * w_j$. Aplicando la ecuación 10, se puede calcular un solo elemento de la matriz de decisión ponderada

$$d_{ij} = t_{ij}^{\tilde{x}} t_j^w, i_{ij}^{\tilde{x}} + i_j^w - i_{ij}^{\tilde{x}} i_j^w, f_{ij}^{\tilde{x}} + f_j^w - f_{ij}^{\tilde{x}} f_j^w \tag{18}$$

- Paso 6. Realice la sumatoria de los valores para el beneficio. Sea $L_+ = \{1,2,\ldots,L_{max}\}$un conjunto de criterios a maximizar. Entonces se puede determinar el índice del beneficio para cada alternativa

$$P_{+i} = \sum_{j=1}^{L_{max}} d_{+ij} \tag{19}$$

Donde esta suma de los números neutrosóficos de valor único se realiza aplicando la ecuación 9.

- Paso 7. Realice la suma de los valores para el costo. Sea $L_- = \{1,2,\ldots,L_{min}\}$ un conjunto de criterios a minimizar. Entonces se puede determinar el índice del costo de cada alternativa

$$P_{-i} = \sum_{j=1}^{L_{min}} d_{-ij} \tag{20}$$

- Paso 8. Determine el valor mínimo de P_{-i}.
- Paso 9. Determinar el valor de puntuación de cada alternativa Q_i. Al principio los valores de puntaje se calculan a partir de los valores agregados para el beneficio y el costo, $S(P_{+i})$ y $S(P_{-i})$ aplicando la ecuación 13. Los valores de puntaje de las alternativas se expresarán como:

$$Q_i = S(P_{+i}) + \frac{S(P_{-min}) \sum_{i=1}^{L_{min}} S(P_{-i})}{S(P_{-min}) \sum_{i=1}^{L_{min}} \frac{S(P_{-min})}{S(P_{-i})}} \tag{21}$$

- Paso 10. Determinar el criterio de optimalidad K para las alternativas:

$$K = max_i Q_i; i = 1,2,\ldots,m \tag{22}$$

- Paso 11. Determinar la prioridad de las alternativas Q_i. El mayor valor de puntaje para la alternativa corresponde a la mayor prioridad (rango) de la alternativa.

4 Caso de estudio

El insulinoma es el tumor neuroendocrino funcionante más frecuente del páncreas, siendo su incidencia de 1-2 casos por 106/habitantes al año. Es un tumor originado principalmente a partir de las células de los islotes pancreáticos que produce insulina en exceso. Tiene baja incidencia (4/1 millón de personas al año), pero es el tumor pancreático endocrino funcionante más frecuente (40 %). La mayor parte de estos tumores son únicos, benignos y de pequeño tamaño (alrededor de 2 cm de diámetro). Los malignos (5 a 10 %) suelen ser mayores de 2,5 cm. Habitualmente se presenta en la quinta y sexta década de la vida y es más frecuente en mujeres que en hombres (2:1). El 8-10 % se asocia a neoplasia endocrina múltiple tipo I en cuyo caso suelen ser múltiples. La localización de los insulinomas es casi exclusiva del páncreas y el 80 % son menores de 2 cm. Sólo de forma excepcional se han descrito localizaciones ectópicas.

Para el desarrollo del estudio se consideran tres alternativas de tratamiento a la enfermedad maligna, para lo que se suponen cuatro criterios de evaluación. Los datos son analizados por 5 expertos en el caso, que analizan las alternativas de selección en base a los criterios analizados. Se considera que los expertos tienen igual grado de importancia. El vector de pesos de los criterios es obtenido mediante las evaluaciones realizadas por los expertos teniendo en cuenta los valores proporcionados en la tabla 1. De esta manera, la tabla 2 muestra el vector de pesos obtenido tras la aplicación de la ecuación 15.

Vector de pesos	SVNN
w_1	(0.82671;0.17329;0.15157)

w_2	(0.83428;0.16572;0.15849)
w_3	(0.79186;0.20814;0.17411)
w_4	(0.82671;0.17329;0.15157)

Tabla 2: Vector de pesos de los criterios analizados. Fuente: Elaboración propia

La evaluación de las alternativas es realizada teniendo en cuenta los valores mostrados en la tabla 1. Todos los datos iniciales son transformados en conjuntos neutrosóficos. Las evaluaciones realizadas por los expertos se muestran en la tabla 3.

Criterio 1					
Alternativas	K1	K2	K3	K4	K5
Estreptozotocina	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.75,0.25,0.2)
Estreptozotocina más fluorouracilo	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)
Propranolol	(0.9,0.1,0.1)	(0.9,0.1,0.1)	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)	(0.9,0.1,0.1)
Criterio 2					
Alternativas	K1	K2	K3	K4	K5
Estreptozotocina	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)
Estreptozotocina más fluorouracilo	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Propranolol	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)
Criterio 3					
Alternativas	K1	K2	K3	K4	K5
Estreptozotocina	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)
Estreptozotocina más fluorouracilo	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)	(0.35,0.75,0.8)
Propranolol	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)
Criterio 4					
Alternativas	K1	K2	K3	K4	K5
Estreptozotocina	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.5,0.5,0.5)	(0.75,0.25,0.2)	(0.9,0.1,0.1)
Estreptozotocina más fluorouracilo	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)
Propranolol	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)	(0.5,0.5,0.5)	(0.9,0.1,0.1)

Tabla 3: Evaluación realizada por los expertos de las alternativas de decisión con respecto a los criterios de evaluación. Fuente: Elaboración propia

A partir de las evaluaciones realizadas por los expertos, se realizan las transformaciones necesarias para obtener la matriz de decisión. Para ello se emplea la ecuación 17. La tabla 4, muestra los resultados obtenidos tras la aplicación del procedimiento señalado.

Alternativas	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Estreptozotocina	(0.67,0.33,0.289)	(0.725,0.275,0.251)	(0.35,0.75,0.8)	(0.725,0.275,0.251)
Estreptozotocina más fluorouracilo	(0.81,0.19,0.19)	(0.5,0.5,0.5)	(0.35,0.75,0.8)	(0.5,0.5,0.5)
Propranolol	(0.88,0.12,0.115)	(0.81,0.19,0.19)	(0.621,0.379,0.347)	(0.81,0.19,0.19)

Tabla 4: Matriz de decisión inicial. Fuente: Elaboración propia

La matriz de decisión inicial, permite la obtención de la matriz de decisión ponderada, la cual se construye aplicando la ecuación 19 y se presenta en la tabla 5.

Alternativas	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Estreptozotocina	(0.554;0.446;0.397)	(0.605;0.395;0.37)	(0.277;0.802;0.835)	(0.599;0.401;0.365)
Estreptozotocina más fluorouracilo	(0.67;0.33;0.313)	(0.417;0.583;0.579)	(0.277;0.802;0.835)	(0.413;0.587;0.576)
Propranolol	(0.728;0.272;0.249)	(0.676;0.324;0.318)	(0.492;0.508;0.461)	(0.67;0.33;0.313)

Tabla 5: Matriz de decisión ponderada. Fuente: Elaboración propia

En este punto, es necesario aclarar que los criterios 1 y 2 se consideran criterios de beneficio, por lo que se busca su maximización. Por el contrario, los criterios 3 y 4 se toman como criterios de costo, por lo que se considera un mayor beneficio su minimización. Teniendo esto en cuenta, se procede a la determinación de los coeficientes propuestos por el método analizado para seleccionar entre las alternativas.

Coeficientes	Estreptozotocina	Estreptozotocina más fluorouracilo	Propranolol
Pi+	(0.824;0.176;0.147)	(0.808;0.192;0.181)	(0.912;0.088;0.079)
Pi-	(0.71;0.322;0.305)	(0.576;0.471;0.481)	(0.832;0.168;0.144)
S(P+)	0.831	0.81075	0.91425
S(P-)	0.69	0.53825	0.838
Q	**1.497**	**1.664**	**1.462**

Tabla 6: Valores de Pi, S(P) y valor de puntuación Q para cada alternativa. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los resultados presentados en la tabla 6, se puede observar que el método analizado indica que la alternativa de mayor preferencia de acuerdo a los expertos en la alternativa 2, referente al uso de Estreptozotocina más fluorouracilo. Como segunda alternativa más preferida se encuentra el uso de Estreptozotocina, mientras que el último lugar entre los tratamientos analizados lo constituye el uso de Propranolol. En tal contexto, se puede concluir que los expertos valoran que el uso de Estreptozotocina más fluorouracilo es el tratamiento más eficaz para el tratamiento de insulinoma maligno entre los analizados por el método desarrollado en el presente trabajo.

Conclusion

En el campo de las ciencias médicas se llevan a cabo constantemente un sinnúmero de procesos que conllevan a la toma de decisiones complejas y de diversos factores. El uso de métodos matemáticos, y especialmente, de métodos de resolución de problemas multicriterios es una herramienta de valor sin igual para muchos de los casos que se presentan.

El uso de la neutrosofía, como herramienta para la inclusión de las indeterminaciones en el proceso de toma de decisiones complejas de la vida real, es fundamental en este proceso. Mediante el desarrollo del presente estudio se realizó la aplicación del método COPRAS utilizando los aportes de la lógica neutrosófica para la selección de tratamientos insulinoma maligno. Como resultado de la aplicación del método se obtuvo una preferencia hacia el uso de Estreptozotocina más fluorouracilo como alternativa entre las analizadas.

La realización del presente estudio permitió verificar la efectividad y versatilidad de este método para su uso en diferentes ambientes y campos científicos. El uso de números neutrosóficos de valor único para llevar a cabo el análisis, permitió certificar el uso y aplicación prácticas de la lógica de conjuntos neutrosóficos. Se recomienda la adopción de otros métodos multicriterios asociados a los diferentes matices de la lógica neutrosófica para profundizar en el campo de estudio y su asociación con problemas de la vida real.

References

[1] R. Tan and W. Zhang, "Multiple attribute decision making method based on DEMATEL and fuzzy distance of trapezoidal fuzzy neutrosophic numbers and its application in typhoon disaster evaluation," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 39, no. 3, pp. 3413–3439, 2020.

[2] M. Grida, R. Mohamed, and A. H. Zaid, "A novel plithogenic MCDM framework for evaluating the performance of IoT based supply chain," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 33, no. 1, pp. 323–341, 2020.

[3] L. Zadeh, G. Klir, and B. Yuan, *Conjuntos difusos, lógica difusa y sistemas difusos: artículos seleccionados*, Vol. 6. World Scientific, 1996.

[4] D. Dubois and H. Prade, "Fuzzy sets in approximate reasoning, Part 1: Inference with possibility distributions," *Fuzzy*

sets Syst., vol. 40, no. 1, pp. 143–202, 1991.

[5] P. K. Maji, R. Biswas, and A. R. Roy, "Intuitionistic fuzzy soft sets," *J. fuzzy Math.*, vol. 9, no. 3, pp. 677–692, 2001.

[6] A. Yazdani-Chamzini, "An integrated fuzzy multi criteria group decision making model for handling equipment selection," *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 20, no. 5, pp. 660–673, 2014.

[7] D. Yu, "Intuitionistic fuzzy prioritized operators and their application in multi-criteria group decision making," *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–21, 2013.

[8] F. Smarandache, *Introduction to neutrosophic measure, neutrosophic integral, and neutrosophic probability*. Craiova: Sitech, 2013.

[9] F. Smarandache, "Neutrosophic set – A generalization of the intuitionistic fuzzy set," *Neutrosophic Probab. set, Log.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 1995.

[10] H. Zhang, J. Wang, and X. Chen, "Interval neutrosophic sets and their application in multicriteria decision making problems," *Sci. World J.*, vol. 2014, 2014.

[11] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Rev. Air Force Acad.*, vol. 17, no. 1, pp. 10–14, 2010.

[12] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, "Entropy based grey relational analysis method for multi-attribute decision making under single valued neutrosophic assessments," *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 102–110, 2014.

[13] D. Zhang, M. Zhao, G. Wei, and X. Chen, "Single-valued neutrosophic TODIM method based on cumulative prospect theory for multi-attribute group decision making and its application to medical emergency management evaluation," *Econ. Res. Istraživanja*, pp. 1–17, 2021, [Online]. Available: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1331677X.2021.2013914?needAccess=true.

[14] D. Stanujkic, E. K. Zavadskas, F. Smarandache, W. K. M. Brauers, and D. Karabasevic, "A neutrosophic extension of the MULTIMOORA method," *Informatica*, vol. 28, no. 1, pp. 181–192, 2017.

[15] J. Ye, "A multicriteria decision-making method using aggregation operators for simplified neutrosophic sets.," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 26, no. 5, pp. 2459–2466, 2014.

[16] A. Baušys, Romualdas Zavadskas, Edmundas Kazimieras; Kaklauskas, "Application of neutrosophic set to multicriteria decision making by COPRAS.," *Econ. Comput. Econ. Cybern. Stud. Res.*, vol. 49, no. 2, pp. 91–106, 2015.

[17] E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas, and V. Sarka, "The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects," *Technol. Econ. Dev. Econ.*, vol. 1, no. 3, pp. 131–139, 1994.

[18] J. Peng, J. Wang, H. Zhang, and X. Chen, "An outranking approach for multi-criteria decision-making problems with simplified neutrosophic sets," *Appl. Soft Comput.*, vol. 25, pp. 336–346, 2014.

[19] H. Zhang, J. Wang, and X. Chen, "An outranking approach for multi-criteria decision-making problems with interval-valued neutrosophic sets," *Neural Comput. Appl.*, vol. 27, no. 3, pp. 615–627, 2016.

[20] R. Şahin and A. Küçük, "Subsethood measure for single valued neutrosophic sets," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 29, no. 2, pp. 525–530, 2015.

Recibido: Mayo 31, 2022. **Aceptado:** Junio 26, 2022

NCML

Neutrosophic Computing and Machine Learning

UNIVERSITY OF NEW MEXICO, NEUTROSOPHIC SCIENCE INTERNATIONAL ASSOCIATION AND LATIN AMERICAN ASSOCIATION OF NEUTROSOPHIC SCIENCES

Information about the Journal

Neutrosophic Computation and Machine Learning (NCML) is an academic journal that has been created for publications of advanced studies in neutrosophy, neutrosophic set, neutrosophic logic, neutrosophic probability, neutrosophic statistics, Neutrosophic approaches to machine learning, etc. and their applications in any field.

All submitted papers should be professional, in good English or Spanish language, containing a brief review of a problem and obtained results.

All submissions should be designed in using our template.

To submit a paper, e-mail the file to the Editors-in-Chief. To order printed issues, contact the editors. This journal is open-access, non-commercial, academic edition. It is printed for private donations.

The neutrosophics website at UNM is: http://fs.unm.edu /neutrosophy.htm

The home page of the Journal is accessed on: http://fs.unm.edu/NCML/

Prof. Florentin Smarandache, PhD,
Postdoc, Mathematics Department, University of New Mexico, Gallup, NM 87301, USA.
Email: smarand@unm.edu

Prof. Maikel Leyva _ Vázquez, PhD,
Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en Sistemas, Guayaquil. Ecuador.
Email: mleyvaz@gmail.com

$39,95